ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE 1982 N° 5

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES REJETS D'ABATTOIR

THESE

POUR LE DOCTORAT VETERINAIRE
(diplôme d'Etat)
présentée et soutenue publiquement en 1982
devant
L'UNIVERSITE PAUL-SABATIER DE TOULOUSE
par

BARRON Thierry, André
Né le 10 Octobre 1951 à VAIRES SUR MARNE (Seine et Marne)

JURY :

Président :

M. MONNIER Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs :

M. LABIE Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

M. FRANC Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Association des Elèves
ENVT

UNIV.
LEIDEN
INST.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543908_0005

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE 1982 N° 5

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES REJETS D'ABATTOIR

THESE

POUR LE DOCTORAT VETERINAIRE
(diplôme d'Etat)
présentée et soutenue publiquement en 1982
devant
L'UNIVERSITE PAUL-SABATIER DE TOULOUSE
par

BARRON Thierry, André
Né le 10 Octobre 1951 à VAIRES SUR MARNE (Seine et Marne)

JURY :

Président :

M. MONNIER Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs :

M. LABIE Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

M. FRANC Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Association des Elèves
ENVT

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES RELETS D'ABATTOIR

THESE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur ..... M. LAUTIE

Directeur honoraire ..... M. FLORIO

Professeurs honoraires ..... MM. BRIZARD
SAURAT

PERSONNEL ENSEIGNANT

CHAIRE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE

Professeur titulaire ..... M. GODFRAIN
Professeur sans chaire ..... Mme BURGAT-SACAZE

Pharmacie et Toxicologie

CHAIRE DE PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Professeur titulaire ..... MM. RICO
Professeur sans chaire ..... BRAUN
Maître-Assistant ..... BENARD

Physique biologique et médicale
Chimie biologique et médicale
Informatique biologique et médicale

CHAIRE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Professeur titulaire ..... MM. PAVAUX
Maître-Assistant ..... LIGNEREUX
Maître-Assistant ..... SAUTET

Organogénèse - Tératologie
Anatomie générale - Anatomie appliquée

CHAIRE DE PHYSIOLOGIE, PHARMACODYNAMIE ET THERAPEUTIQUE

Professeur titulaire ..... MM. RUCHEBUSCH
Professeur sans chaire ..... FARGEAS
Maître-Assistant Agrégé ..... TOUTAIN

Physiologie - Pharmacodynamie -
Thérapeutique

CHAIRE D'HISTOLOGIE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Professeur titulaire ..... MM. VAN HAVERBEKE
Professeur sans chaire ..... CABANIE
Maître-Assistant agrégé ..... MAGNOL

Histologie - Embryologie
Anatomie Pathologique - Clinique

CHAIRE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE

Professeur titulaire ..... MM. LABIE
Maître de Conférences ..... EECKHOUTTE
Maître Assistant Agrégé ..... Mme BENARD

Hygiène, Inspection, Contrôle et
Technologie des denrées alimentaires
d'origine animale - Clinique

CHAIRE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES

Professeur titulaire ..... MM. DORCHIES
Maître de Conférences ..... FRANC
Maître-Assistant ..... DUCOS DE LAHITTE

Zoologie appliquée - Ecologie -
Parasitologie externe - Dermatologie
Parasitologie interne - Clinique

CHAIRE DE SEMIOLOGIE ET PATHOLOGIE MEDICALE DES EQUIDES ET CARNIVORES ET DE LEGISLATION

Professeur titulaire ..... MM. LESCURE
Maître de Conférences ..... GUELFI
Maître Assistant ..... REGNIER

Sémiologie et Pathologie Médicale des Equidés et
Carnivores
Législation Vétérinaire et Déontologie
Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR

Professeur titulaire	MM. TOURNUT
Maître de Conférences	BEZILLE
Maître Assistant	JOUGLAR

Sémiologie et Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour
Clinique - Consultation itinérante

CHAIRE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE

Professeur titulaire	MM. CAZIEUX
Maître de Conférences	GENEVOIS
Maître Assistant	AUTEFAGE

Propédeutique et Sémiologie chirurgicale
Radiologie - Technique chirurgicale -
Anesthésiologie - Pathologie chirurgicale
Traumatologie - Podologie orthopédique -
Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Professeur titulaire	MM. FERNEY
Professeur sans chaire	ROYAL

Pathologie de l'appareil génital et de la mamelle -
Sémiologie et propédeutique -
Pathologie de la reproduction -
Obstétrique et pathologie du nouveau-né
Clinique - Consultation itinérante

CHAIRE DE MALADIES CONTAGIEUSES - ZOONOSES - LEGISLATION SANITAIRE

Professeur titulaire	MM. CHANTAL
Maître Assistant	PICAVET

Epidémiologie - Maladies contagieuses - Zoonoses -
Législation sanitaire - Clinique -

CHAIRE DE PATHOLOGIE GENERALE - MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE

Professeur titulaire	MM. LAUTIE
Maître-Assistant	PELLERIN

Microbiologie - Immunologie -
Pathologie générale

CHAIRE D'ELEVAGE ET ECONOMIE

Professeur titulaire	MM. QUEINNEC
Professeur sans chaire	DARRE
Maître-Assistant	Mme QUEINNEC

Ethnologie - Génétique animale - Extérieur -
Zootechnie et économie générales
Ethologie appliquée, Sciences, Techniques,
Economie de l'Elevage et des Productions animales -
Insémination artificielle -
Organisation de l'Elevage -

CHAIRE D'ALIMENTATION

Professeur titulaire	MM. FALIU
Professeur sans chaire	GRIESS

Botanique appliquée et bromatologie
Agronomie - Alimentation

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

MM. les Professeurs ANGELIER, ARMENGAUD, COMBES, COMBRET, CROS, FERNET et MAZENC.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924).

A MES PARENTS

dont l'exemple est le plus bel enseignement que j'ai eu à suivre.

AU CLAN

un pour tous....

A MES AMIS.

A TOUS LES ORGANISMES ET PERSONNES PRIVEES

qui ont accepté de me recevoir et de m'aider.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur MONNIER
de l'Université Paul Sabatier de Toulouse.

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommage respectueux.

-:-:-

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur LABIE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Qui a bien voulu accepter le sujet de cette thèse et nous prodiguer de précieux conseils.

Qu'il trouve ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

-:-:-

Monsieur le Professeur FRANC
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Qui a bien voulu accepter de faire partie de ce jury de thèse après nous avoir accueilli dans cette école.

Remerciements amicaux et respectueux.

A Monsieur le Professeur BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes

A Toulouse puis à Nantes, vous nous avez toujours reçu avec cordialité et bienveillance, vos judicieux conseils nous ont grandement aidé dans l'élaboration de ce travail.

Permettez nous de vous adresser des remerciements chaleureux et respectueux.

-:-:-

SOMMAIRE

-:-

Introduction.

Première partie

ORIGINE ET COMPOSITION DES EAUX USEES D'ABATTOIR

I. IMPORTANCE DE L'ACTIVITE DE L'ABATTOIR ET DE LA POLLUTION QU'ELLE OCCASIONNE.

A. Importance de l'activité de l'abattoir.

B. Importance de la pollution due aux abattoirs.

C. Généralités sur les mesures utilisées pour caractériser la charge résiduaire des eaux usées d'abattoir.

1°- Equivalent habitant.

2°- Matière oxydable (MO).

3°- Matière en suspension totale (MES).

4°- Demande chimique en oxygène (DCO).

5°- Demande biologique en oxygène (DBO).

6°- Relation entre DCO et la DBO_5.

II. EXAMEN DES DIFFERENTES SOURCES DE POLLUTION DANS UN ABATTOIR.

1°- Déchets produits pendant la stabulation.

2°- Sang et eau de lavage chargée de sang.

3°- Habillage des animaux et échaudage.

4°- Lavage des viscères.

5°- Traitement des matières stercoraires.

6°- Eaux de triperie et de boyauderie.

7°- Effluents des locaux d'aisance et fosses septiques.

8°- Eau de lavage des bétaillères.

9° - Eaux de lavage des locaux, des cours, eaux de lavage des matériels.

10° - Eaux de pluie.

11° - Activités annexes de l'abattoir.

12° - Abattoirs de volailles.

13° - Frigorifiques.

III. COMPOSITION DES REJETS.

A. Principaux composants des eaux usées d'abattoir.

1° - Fraction macroscopique

2° - Fraction microscopique.

3° - Corps en solution ou en émulsion dans l'eau.

4° - L'eau.

B. Dégradations subies par les principales familles des composants des rejets.

1° - Fraction cellulosique.

2° - Fraction protéique.

3° - Fraction lipidique.

4° - Eléments azotés non protéiques.

5° - Détergents, désinfectants.

IV. DANGERS PRESENTES PAR LES REJETS D'ABATTOIR.

A. Le milieu récepteur.

1° - Définition.

2° - Vie et échanges dans un biotope.

a. Cycle de l'oxydoréduction.
b. Facteurs agissant sur un biotope.
c. Limites à l'existence de la vie dans le biotope.

3° - L'autoépuration.

a. Notions d'autoépuration.
b. Réaction d'un milieu aquatique à un enrichissement en matières organiques : les saprobies.

c. Modèles mathématiques d'autoépuration.

d. Autoépuration microbienne : la bactériolyse spontanée.

B. Les effluents d'abattoirs et leurs conséquences.

1° - Définition.

2° - Perturbations apportées au milieu.

3° - Dangers pour l'homme et les animaux.

Seconde partie

LEGISLATION

I. LOI DU 19 DECEMBRE 1917.

1° - L'établissement classé - Définition.

2° - L'abattoir et la législation sur les établissements classés.

3° - Organismes et contrôle des établissements classés et répression.

II. INSTRUCTIONS DU 6 JUIN 1953 COMPLETEES PAR CELLES DU 10 DECEMBRE 1957 relatives au rejet des eaux résiduaires des établissements classés.

1° - Prescriptions à imposer.

2° - Modalités d'application.

3° - Commentaires sur l'instruction du 6 juin 1953.

III. LOI CADRE DU 16 DECEMBRE 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution.

1° - Articles concernant les établissements déversant leurs effluents.

2° - Création d'organismes à l'échelle du bassin.

a. Comité de bassin.
b. Agence financière.
c. Comité national.

IV. CIRCULAIRE DU 7 JUILLET 1970 relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs.

V. DECRETS D'APPLICATION DE LA LOI DU 16 DECEMBRE 1964.

1° - Décret n°73-218 du 23 février 1973 - Modification, réglementation, retrait d'autorisations de rejets.

2° - Décret n°75-177 du 12 mars 1975 - Régime et répartition des eaux et lutte contre la pollution.

3° - Arrêté du 13 mai 1975 - Conditions techniques auxquelles sont subordonnées les autorisations de déversement, écoulement, jets et dépôts.

4° - Arrêté du 13 mai 1975 - Projets d'installations présentant de hauts risques.

5° - Circulaire du 14 janvier 1977 - Conditions techniques auxquelles sont subordonnées les autorisations de rejet.

VI. LOI DU 19 JUILLET 1976 relative aux installations classées.

1° - Loi du 19 juillet 1976.

2° - Décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 - Etablissement du dossier de demande.

3° - Décret n°77-1134 du 21 septembre 1977 - Liste des établissements classés.

4° - Commentaires sur la loi de 1976 et ses arrêtés.

VII. EVOLUTION ACTUELLE DES TEXTES CONCERNANT LES NORMES TOLERABLES DES REJETS.

Troisième partie

EQUIPEMENTS ET TECHNIQUES PERMETTANT DE DIMINUER LA POLLUTION DES ABATTOIRS

I. CARACTERISTIQUES DU FONCTIONNEMENT DES ABATTOIRS, DIMENSIONNEMENT.

A. Principales caractéristiques de fonctionnement.

B. Méthode de calcul de dimensionnement d'un abattoir.

1°- Critères de choix des options techniques.

a. Pour l'abattoir.
b. Pour le traitement des eaux usées à l'intérieur des abattoirs.

2°- Calcul de dimensionnement des installations.

a. Pour l'équipement d'abattage.
b. Pour l'équipement d'épuration.

II. EQUIPEMENTS DE LA CHAINE D'ABATTAGE.

1°- Les aires à fumier.

2°- Le purin qui s'écoule des aires à fumier.

3°- Le sang du poste de saignée.

4°- Produits résultant de l'échaudage.

5°- Résidus de plumage.

6°- Les matières stercoraires.

7°- Les effluents de triperie-boyauderie.

8°- L'eau.

9°- L'importance de l'action du personnel.

III. TRAITEMENT DES EFFLUENTS D'ABATTOIR.

A. Collecte des eaux usées.

1°- Provenance.

2°- Séparation des circuits.

B. Opérations de prétraitement.

1°- Dégrillage.

2°- Dilacération.

3°- Dessablage.

4°- Tamisage.

5°- Décantation primaire.

6°- Dégraissage.

7°- Bassin tampon.

C. Méthodes de traitement.

1°- Procédés naturels de traitement.

a. Puisards.
b. Etangs à eaux usées.
c. Etangs de stabilisation.
d. Epandages.
e. Rejet direct dans un cours d'eau.

2°- Installations de traitements biologiques.

a. Lits bactériens classiques.
b. Lits bactériens à garnissage plastique.
c. Boues activées.
d. Systèmes dérivés des boues activées.
e. Voie anaérobie : les digesteurs.

3°- Procédés physico-chimiques d'épuration des eaux.

a. Voies principales
b. Avantages et inconvénients.
c. Avenir.

D. Traitement et utilisation des boues.

1°- Stabilisation des boues.

a. Digestion anaérobie.
b. Stabilisation aérobie.
c. Séparation des constituants nobles.

2°- Stérilisation des boues.

3°- Utilisation des boues issues d'abattoir.

a. Composition.
b. Microorganismes pathogènes.
c. Valeur agronomique des boues.

Conclusion.

Bibliographie.

CONTRIBUTION A L'ETUDE

DES REJETS D'ABATTOIR

-:-:-

Thierry BARRON

INTRODUCTION

Un abattoir est un établissement, public ou privé, dans lequel les animaux de boucherie sont tués et préparés en vue de leur commercialisation et de leur consommation.

Il existe de nombreux types d'abattoirs différents selon leur statut administratif, les espèces animales traitées, leur tonnage annuel, les diverses activités qui y sont pratiquées.

Chaque étape de la préparation d'un animal en abattoir nécessite une grande quantité d'eau qui, après utilisation, est rejetée sous forme d'effluent avec les sous-produits qu'elle entraîne et ceux qui résultent de la stabulation des animaux. L'abattoir est donc à la fois un fort consommateur d'eau potable et une source abondante d'effluents liquides.

L'eau est le milieu de la vie mais aussi une matière première vitale pour notre agriculture, nos industries et nos villes.

L'augmentation des besoins en eau est une des grandes constantes de ces cinquante dernières années et nous arrivons, aujourd'hui, au moment où il est nécessaire de rationaliser l'exploitation des cours d'eau pour éviter une pénurie qui est déjà menaçante. Cette éventualité préoccupe maintenant les pouvoirs publics.

Le temps où on pouvait discuter de l'utilité de l'épuration des rejets est bien passé. L'eau propre est devenue un bien précieux et la rivière ne doit plus être considérée comme l'effluent de nos déchets vers l'océan mais comme l'artère nourricière dans laquelle nous de-

vons pouvoir puiser au fur et à mesure de nos besoins.

Dans cette optique, il nous a paru intéressant d'étudier les effluents liquides des abattoirs afin d'essayer d'évaluer leur importance, les dangers qu'ils peuvent présenter ainsi que les techniques à employer pour les traiter, voire les réutiliser.

Le vétérinaire, par sa formation de biologiste, la responsabilité qu'il exerce dans les abattoirs pour la protection de l'hygiène publique, a conscience de cette évolution dans les rapports de l'industrie et de l'eau et il doit aider le public à en prendre également conscience.

-:-:-:-:-:-

Première partie

ORIGINE ET COMPOSITION

DES EAUX USEES D'ABATTOIR

-.-:-:-:-

I. IMPORTANCE DE L'ACTIVITE DE L'ABATTOIR ET DE LA POLLUTION QU'ELLE OCCASIONNE

A. IMPORTANCE DE L'ACTIVITE DE L'ABATTOIR.

Le tonnage de carcasses préparées en 1977 se décompose ainsi :

grands bovins :	1 269 647 tonnes
équidés :	46 075 tonnes
veaux :	333 603 tonnes
porcs :	1 267 765 tonnes
ovins :	142 116 tonnes
caprins adultes :	1 971 tonnes

A ce tonnage, il faut ajouter celui des volailles, lapins et chevreaux [44] :

poulets et autres volailles : .	666 306 tonnes
lapins :	37 392 tonnes
chevreaux :	2 788 tonnes
soit un total de :	3 767 663 tonnes

Les abattoirs sont de gros consommateurs d'eau potable. On estime qu'en moyenne cette consommation est de 16 litres par kilo de carcasse préparée pour les mammifères et de 11 litres par kilo de carcasse pour les volailles.

L'ordre de grandeur de la consommation en eau potable des abattoirs, en une année, est donc de :

pour les mammifères : ...	50 000 000 m^3
pour les volailles :	7 500 000 m^3

Pour les abattoirs, on estime que le volume d'eaux usées rejeté est voisin du volume d'eau potable consommé. Le volume des effluents liquides des abattoirs a donc été voisin de 60 000 000 m^3 en 1977.

B. IMPORTANCE DE LA POLLUTION DUE AUX ABATTOIRS.

Les statistiques de 1977 répartissent la pollution en trois grandes catégories :

- pollution domestique : 51 %
- pollution industrielle : 41 %
- pollution agricole : 8 %.

La pollution domestique est en augmentation du fait de l'amélioration du niveau de vie et double tous les quinze ans.

La pollution industrielle varie peu actuellement car l'augmentation de l'activité est compensée par une meilleure épuration des effluents.

La pollution due aux activités agricoles est actuellement en forte augmentation, du fait de l'emploi en grande quantité d'amendements et de traitements des sols nécessaires à l'intensification des cultures, ainsi que la multiplication des élevages de type industriel.
La pollution due aux abattoirs ne représente qu'une faible partie de la pollution totale, mais elle détenait, en 1977, pour le Bassin Seine-Normandie, le triste privilège d'être l'activité industrielle d'origine agricole présentant le plus faible taux d'épuration.

Les chiffres donnés par l'Agence financière du Bassin Seine-Normandie permettent de calculer approximativement la quantité d'éléments polluants produits dans les abattoirs français :

- matières oxydables : 389 000 tonnes ;
- matières en suspension : 356 000 tonnes ,

Tableau n° 1 :

Comparaison des pourcentages d'épuration des différentes activités industrielles d'origine agricole (Bassin Seine-Normandie).

% d'épuration / Activités	Matières oxydables (M O)	Matières en suspension (M E S)
Sucreries	76,0 %	100,0 %
Laiteries, fromageries	82,5 %	62,6 %
Distilleries de sucre	72,5 %	100,0 %
Conserveries végétales	72,7 %	70,9 %
Autres transformations de produits végétaux	57,7 %	76,6 %
Abattoirs	28,4 %	14,3 %

Selon les pourcentages d'épuration calculés par cette agence, pourcentages significatifs sur le plan national, les quantités de polluants produits par les abattoirs français sont, en une année, de :

- matières oxydables : 278 000 tonnes
- matières en suspension : 305 000 tonnes.

Cette pollution créée par les abattoirs représente l'équivalent de celle produite par 10 millions d'habitants.

Le volume des eaux usées rejeté est généralement proche du volume d'eau consommé par l'abattoir, sauf dans le cas où les eaux pluviales ne sont pas collectées séparément (dans ce cas, le total est augmenté du volume des eaux collectées).

Ce volume varie de 3 à 50 litres d'eau par kilo de carcasse préparée, en fonction :

- du type d'animaux abattus ;
- de la durée de stabulation des animaux avant l'abattage ;
- de la cadence d'abattage ;
- du mode de transport des déchets ;
- du travail effectué en triperie ;
- des soins portés aux économies d'eau ;
- de la présence ou non d'un système économiseur des eaux de refroidissement des frigorifiques ;
- de la présence ou non d'industries annexes.

C. GENERALITES SUR LES MESURES UTILISEES POUR CARACTERISER LA CHARGE RESIDUAIRE DES EAUX USEES D'ABATTOIR.

Les eaux résiduaires d'abattoir contiennent, en solution ou en suspension, des résidus qui sont des éléments constitutifs de la matière vivante. Ils ont, par conséquent, un caractère organique dominant. Leur composition est, dans une certaine mesure, comparable à celle des effluents urbains, mais leur concentration est généralement de 2 à 5 fois plus forte. De ce fait, on utilise donc les mêmes paramètres pour définir les deux types d'effluents soit :

1°- Equivalent habitant (Eq. Hab.).

C'est la quantité de pollution équivalente à celle produite par un habitant type, c'est-à-dire en France, 147 grammes par jour dont MO : 57 g, MES : 90 g.

2°- Matière oxydable (MO).

C'est la quantité de matière oxydable contenue dans un volume donné. Elle est généralement exprimée en milligrammes par litre.

3°- Matière en suspension totale (MES).

C'est le résidu obtenu après étuvage à 110°C pendant 24 heures

d'un culot obtenu par double centrifugation d'une quantité d'eau usée déterminée. Le culot de première centrifugation est remis en suspension dans de l'eau distillée et centrifugé une seconde fois. Cela permet de mieux éliminer les sels solubles.

Elle est généralement exprimée en milligrammes par litre. Dans les rejets d'abattoir, elle varie de 600 à 3 500 mg/l.

4° - Demande chimique en oxygène (D C O).

La DCO permet d'apprécier l'ensemble des substances dont la dégradation est susceptible de "demander" de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables et la majeure partie des composés organiques, biodégradables ou non.

La méthode normalisée pour les eaux usées utilise le bichromate de potassium en milieu sulfurique. La précision de la mesure est de l'ordre de 5 %. Sa rapidité est de quelques heures. Dans les rejets d'abattoir, elle varie de 800 à 4 500 mg/l.

5° - Demande biologique en oxygène (DBO).

C'est la quantité d'oxygène consommée dans des conditions données (incubation à 20°C, à l'obscurité) pendant un temps donné, pour assurer, par voie biologique, l'oxydation des matières organiques biodégradables présentes dans l'eau usée.

La DBO ultime, obtenue par oxydation biologique complète, trop longue à obtenir (de 21 à 28 jours), a été conventionnellement remplacée par la DBO_5, c'est-à-dire par la quantité d'oxygène consommée après 5 jours d'incubation. Dans les rejets d'abattoirs, la DBO_5 varie de 400 à 1 500 mg/l.

6°- Relation entre DCO et la DBO_5

La relation DCO/DBO_5 varie en fonction de la proportion de corps organiques biodégradables et des corps non biodégradables présents dans l'eau usée. La cellulose, la lignine, les tanins, la sciure de bois sont les corps organiques non biodégradables que l'on retrouve en grande quantité dans les rejets. L'augmentation de leur proportion augmente la valeur du rapport. Au contraire, le sang et les graisses, qui sont biodégradables, font diminuer la valeur du rapport quand leur proportion augmente.

L'étude de la DCO, de la DBO_5 et de leur rapport permet presque, à elle seule, de juger du bon fonctionnement de l'abattoir. Avec la MES, ce sont les données fondamentales utilisées dans tous les rapports et dans les textes de loi qui ont trait à ces établissements.

II. EXAMEN DES DIFFERENTES SOURCES DE POLLUTION DANS UN ABATTOIR

La transformation d'un animal vivant en carcasse, issues et abats, nécessite une série d'opérations effectuées sur la chaîne d'abattage. Chacune de ces opérations est source de déchets et d'eau usée. La quantité de polluants rejetés est fonction des équipements et des techniques de travail.

1°- Déchets produits pendant la stabulation.

La législation impose un délai de 24 heures entre l'arrivée d'un animal à l'abattoir et son abattage. Pendant ce temps, l'animal doit être soumis à une diète hydrique.

Ce délai permet :

- un examen ante-mortem de l'animal par le Service Vétérinaire de l'abattoir, en vue du dépistage des maladies contagieuses et des maladies susceptibles de compromettre la salubrité des viandes ;

- la reconstitution des réserves de glycogène du muscle, nécessaires à la maturation normale de la viande ;

- la mise au repos digestif des animaux, pour éviter les contaminations dues à la bactériémie digestive ;

- l'élimination d'une partie du contenu digestif ;

- l'élimination des tranquillisants éventuellement employés pour le transport des animaux.

Au cours de leur séjour dans les locaux d'attente, les animaux produisent divers types de déchets :

. le purin : il est composé d'urine et de déjections solides. La charge polluante du purin est estimée à 15 grammes DBO_5 par litre. La quantité produite est de 15 litres par jour pour les grands animaux et de 3 litres/jour pour les petits animaux (ovins, caprins, porcs, veaux). Il est normalement recueilli dans une fosse.

. le fumier : il est composé de paille et de déjections solides. Il est récupéré et n'est pas cause de pollution.
30 % des abattoirs français n'utilisent pas la stabulation sur fumier.

. l'eau de dilution et d'égouttage du fumier : elle est normalement prise en compte dans les données du fumier, l'aire à fumier étant supposée étanche et non exposée à la pluie.

2°- Sang et eau de lavage chargée de sang.

a. Origine : surtout lors de la saignée.

Les animaux sont sacrifiés au-dessus d'un bac de saignée relié à

une citerne vidangeable puis stationnent au-dessus de ce bac ou d'un bac d'égouttage.

Le sang récupéré ne donne lieu à aucune pollution, mais celui qui s'écoule en dehors de ces bacs est éliminé dans les eaux usées, en même temps que l'eau de lavage des bacs et de la citerne.

b. Quantité de sang émise par animal en fonction de l'espèce :

grands animaux	20,000 litres
veaux et porcs	5,000 "
ovins, caprins	1,500 "
chevreaux de 6 kg/carcasse ...	0,500 "
lapins de 1,2 kg/carcasse.....	0,115 "
dindes de 3 kg/carcasse	0,115 "
poulets de 1 kg/carcasse	0,060 "

c. Devenir du sang.

Le sang récupéré est en général enlevé par l'équarisseur, mais il peut être traité sur place (industries annexes) ou, dans le cas du porc, utilisé en charcuterie.

d. Pollution due au sang.

C'est une des pollutions majeures des abattoirs. Elle varie en fonction du pourcentage de récupération du sang (cf. tableau n°2).

Dans le cas d'absence de récupération, la pollution est évaluée à :

pour les gros bovins ..... 8 g DBO_5/ kg carcasse ;

pour les animaux ..... 5 g " " " .

Tableau n° 2 :

DBO_5 rejetée en fonction du pourcentage de récupération du sang

% de récupération \ DBO_5 en g par kg de carcasse		Grands animaux	Petits animaux
Excellente	90 %	0,7	0,4
Bonne	80 %	1,4	0,8
Moyenne	55 à 70 %	2 à 3	1,5
Faible	30 %	5,0	3,5
Très faible	15 %	6,5 à 7,5	4,7

3° - Habillage des animaux et échaudage.

a. Habillage.

Il correspond aux opérations d'éviscération, dépeçage et découpage. Ce poste est à l'origine de déchets solides (déchets gras, sciures d'os, etc...) en faible quantité.

b. Echaudage.

Certains animaux ne sont pas soumis au dépeçage. En effet, les porcs et les volailles sont commercialisés avec leur peau et subissent un échaudage. Les porcs peuvent, en plus, subir le brûlage des soies. Ce poste est à l'origine d'une pollution lors du renouvellement des cuves d'échaudage. Cette eau est chargé de graisse, de sang, de soies, de sable, de terre. Il s'y ajoute les déchets de brûlage et de grattage pour les porcs et de plumes pour les volailles.

Dans 0,8 % des abattoirs de volailles, l'échaudage est pratiqué par aspersion d'eau ou de vapeur et non par immersion. Ce procédé

amène beaucoup moins de pollution et un meilleur état bactériologique des carcasses.

4°- Lavage des viscères.

a. Ruminants adultes.

Le contenu des viscères gastriques, très important, est pris en compte dans les matières stercoraires.

b. Jeunes ruminants.

Le contenu des viscères gastriques est très faible si les 24 heures de jeûne sont respectées. Ce n'est généralement pas le cas, le contenu est alors évacué dans les eaux usées.

c. Monogastriques et viscères abdominaux.

Ils sont traités au chapitre boyauderie.

d. Volailles.

Les viscères sont jetés et ne sont pas source de pollution, sauf lorsqu'ils sont transportés par voie hydraulique.

5°- Traitement des matières stercoraires.

Les viscères sont recueillis dans un local appelé "coche". Ils sont vidés et lavés. Le contenu des viscères gastriques (ou rumens) constitue les matières stercoraires. On ne les rencontre, en principe, que dans l'éviscération des ruminants adultes. La diète préalable est censée vider les estomacs des jeunes ruminants et celui des monogastriques.

Les matières stercoraires, constituées d'un fort pourcentage de cellulose, peu biodégradables, sont transportées vers la fumière après

avoir subi, ou non, un traitement (essorage, pressage) qui permet d'en diminuer le volume. Elles sont à l'origine d'une charge polluante importante qui dépend essentiellement du mode de traitement et du mode de transport adoptés.

Le choix du transport hydraulique s'accompagne d'un lavage des matières stercoraires qui augmente considérablement la charge en DBO_5 et en MES des eaux usées. Les liquides qui s'écoulent au moment de l'essorage ou du pressage sont également très chargés en DBO_5 et en MES.

Dans le cas où il existe une telle installation, on pourrait évaluer la charge de pollution due à ces opérations à partir de la quantité de matières stercoraires provenant des animaux (cf. tableau n° 3).

Tableau n°3 :

Quantité de matières stercoraires chez les ruminants en m^3 par tonne de carcasse.

Animaux	Matières stercoraires par tonne de carcasse
Grands animaux	0,167 m^3
Veaux	0,020 "
Moutons	0,250 "

Suppose la diète préalable.

En fait, il est préférable de faire les estimations directement sur l'eau rejetée. Les valeurs trouvées sont indiquées dans le tableau n° 4.

Tableau n°4 :

Charge polluante des eaux dûe aux matières stercoraires en fonction du mode de transport et du type de traitement (en gramme de DBO_5 par kg de carcasse)

Mode de transport / Mode de traitement	Hydraulique	Par pompe	Pneumatique	Mécanique	Manuel
Egouttage statique	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Pressage	3,5	1,2	1,2	1,2	0,5
Autre (incinération)	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Pas de traitement	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5

Le contenu des panses des grands bovins est souvent récupéré à sec ou recueilli séparément mais, pour les moutons, les veaux et les porcs, le contenu est souvent rejeté à l'égout.

Les charges sont alors de :

grands bovins : 6,5 g de DBO_5 par kg de carcasse ;
veaux : 1,6 g " " " " " "
porcs : 0,8 g " " " " " "
moutons : 8,0 g " " " " " "

6°- Eaux de triperie et de boyauderie.

a. La triperie.

C'est le lieu où sont lavés les estomacs des ruminants. Dans les grands abattoirs, un travail plus important peut y être effectué. La pollution dépend essentiellement du travail qui y est réalisé (cf. tableau n°5).

b. La boyauderie.

C'est le lieu où sont lavés les intestins. Leur contenu est normalement éliminé et repris par l'équarrisseur. La pollution produite est alors de 0,4 g de DBO_5 par kg de carcasse. En fait, il est plus souvent envoyé à l'égout. La pollution est alors beaucoup plus importante.

Tableau n°5 :

Charge polluante en g par kg de carcasse
en fonction du travail effectué à la triperie.

	En g par kg de carcasse	
	MES	DBO_5
Triperie froide : simple lavage à froid de l'ensemble.	de 1 à 1,5	0,3
Triperie peu importante : lavage à froid de l'ensemble et travail complet de 10 % des tripes, têtes et pieds.	de 1,5 à 2	1,2
Triperie moyenne : lavage à froid de l'ensemble et travail complet de 40 à 60 % des tripes, têtes et pieds.	de 2 à 3	3,5
Triperie complète : travail complet de l'ensemble. Finition moyenne.	de 5,5 à 9	6
Triperie importante ou industrielle: travail complet de l'ensemble, finition plus poussée, voire cuisson.	de 9,5 à 12,5	8

L'importance du travail effectué en triperie a une grande influence sur la charge en matière grasse des effluents. Celle-ci peut varier

de 5 à 30 g/kg de carcasse en fonction du travail effectué.

Le grattage des boyaux, tripes, têtes et pieds est à l'origine de déchets solides (morceaux de muqueuse, poils, lambeaux de peau, graisses etc...) dont la quantité est fonction du soin apporté à la récupération.

7°- Effluents des locaux d'aisance et fosses septiques.

L'importance de la DBO_5 produite par le personnel de l'abattoir est très faible par rapport aux autres sources de pollution. La DBO_5 est donnée par la formule suivante :

$$DBO_5 \text{ / kg / jour} = 0,35 + 0,00035\,Q$$

(Q en tonnes étant le tonnage annuel de carcasse). C'est négligeable.

8°- Eau de lavage des bétaillères.

Elles sont prises en compte sur d'autres postes :

- litière des véhicules vers le fumier ;
- déjections en partie vers le fumier ;
- eau des postes de lavage : dans le chapitre eaux de lavage des cours.

Mais il faut signaler l'adjonction des désinfectants pour les véhicules.

9°- Eaux de lavage des locaux, des cours, eaux de lavage des matériels.

Il est très difficile de faire une estimation correcte de ce poste vu les variations. Le chiffre retenu est de 2 g DBO_5 par kg de carcasse. Des détergents et des désinfectants sont également employés à ce poste.

10°- Eaux de pluie.

Elles sont plus ou moins souillées dans certains secteurs (sable, déjections, hydrocarbures, graisse) et dans ce cas éliminées avec les

eaux étudiées en 8° et en 9°. En général, les eaux des secteurs sains sont rejetées dans le milieu naturel par circuit séparé.

11°- Activités annexes de l'abattoir.

Tableau n° 6 :

Charge polluante des activités annexes de l'abattoir en g de DBO_5 / kg / carcasse

Nature des activités annexes \ DBO_5 en g / kg / carcasse	
Désossage	0,5
Atelier salaisons-conserveries	10,0
Traitement des sous-produits (cuirs, suif, etc...)	5,0
Autres activités	5,0

La quantité de matière grasse varie selon les annexes de la façon suivante :

- abattoir de porcs simple ..... 4 à 5 g/kg ;
- abattoir de porcs + salle de découpe 7 à 8 g/kg ;
- abattoir de porcs + salaisons ..... 9 à 10 g/kg ;
- abattoir de porcs + salaisons + charcuterie + conserves ..... 25 à 35 g/kg .

12°- Abattoirs de volailles.

Les charges polluantes sont très variables selon le travail effectué (volailles effilées ou éviscérées) et le degré de récupération des déchets :

MES ... 1,8 à 5,2 g/kg de carcasse ;
DBO_5 .... 3 à 7 g/kg de carcasse.

13°- Frigorifiques.

Les eaux usées qui en proviennent sont des eaux de lavage, de dégivrage, peu chargées.

Le volume des eaux de refroidissement des installations est variable selon que l'établissement est équipé, ou non, d'économiseurs. Leur seule pollution est thermique et elles sont rejetées avec les eaux de pluie. Elles peuvent provoquer une dilution des rejets lorsque l'installation ne comporte pas de circuit séparatif.

III. COMPOSITION DES REJETS

La composition des rejets d'abattoirs varie considérablement d'un établissement à un autre en fonction du type d'activité, de l'équipement et du soin apporté au travail. De plus, elle est irrégulière dans le temps car l'activité n'est pas continue. Cependant, les éléments que l'on y trouve sont toujours les mêmes. Ils ne varient que par leurs proportions.

A. PRINCIPAUX COMPOSANTS DES EAUX USEES D'ABATTOIR.

1°- Fraction macroscopique.

a. Débris pailleux entraînés dans le purin ou les eaux de lavage.

Ces débris sont riches en cellulose et en lignine. Ils sont difficilement putrescibles. Leur présence se traduit par une augmentation de la MES mais n'augmente pas la DBO_5 d'une manière importante.

b. Contenu des estomacs (surtout ruminants adultes).

Ce contenu, fréquemment retrouvé, est composé, pour sa partie macroscopique, de débris pailleux et herbeux qui n'ont pas beaucoup d'influence sur la DBO_5. Leur présence, qui augmente beaucoup la MES, peut être gênante lors de traitements ultérieurs car leur dépôt est susceptible de colmater les différentes installations.

c. Contenu des intestins.

La fraction macroscopique est plus réduite que dans les estomacs. La division est plus fine. On peut trouver, en plus des débris pailleux et herbeux, de nombreux parasites. Ceux-ci sont putrescibles mais ne représentent pas une donnée significative par rapport aux autres constituants.

d. Débris de viscères, d'os, de viande.

De taille variable, on les trouve en quantité très différente en fonction du soin apporté au travail. Ils sont très putrescibles mais leur taille, parfois importante, fait qu'ils sont très rarement présents dans les échantillons prélevés. Leur importance est nulle si l'abattoir est équipé de matériel de séparation des matières macroscopiques, mais elle peut devenir grande lors de rejets directs et abondants dans le milieu extérieur.

e. Débris organiques divers.

Poils, plumes, soies, morceaux de corne et d'onglons, sciure de bois (la sciure de bois est actuellement interdite, mais elle est encore utilisée dans certains établissements).
Leur quantité peut parfois devenir gênante par les colmatages qu'ils provoquent.

f. Débris non spécifiques des abattoirs : sable, terre, morceaux de papier et de carton.

Leur quantité est faible par rapport à celle des débris spécifiques. Ils peuvent augmenter le colmatage.

2°- Fraction microscopique.

Seront comptés dans cette fraction tous les éléments non identifiables à l'œil nu. Leur origine se trouve essentiellement dans le contenu du tube digestif.

a. Petits fragments de nourriture qui servent de support à la flore digestive et intestinale.

La dégradation étant liée à la notion de surface d'échange par rapport à la masse, cette fraction est beaucoup plus biodégradable que la fraction macroscopique correspondante et son influence sur la DBO_5 est certaine.

b. Flore microbienne.

L'importance pondérale de la flore est extrêmement importante. On peut dire que les bovins ne se nourrissent pas de l'herbe, mais des bactéries qui la dégradent. C'est aussi exact pour de nombreuses autres espèces.
Cette flore représente à la fois une masse de produits très rapidement biodégradables et un facteur de dégradation des produits organiques du rejet. Selon l'usage qui en est fait, sa présence peut être bénéfique ou dangereuse.

c. Flore pathogène.

D'une importance pondérale négligeable, cette flore doit néanmoins être signalée. Elle provient non seulement des tubes digestifs, mais de tous les organes des animaux.

A cette flore correspond une pollution non quantitative mais qualitative.

d. Formes de multiplication des parasites (œufs, larves...).

Leur masse et leur DBO_5 sont très faibles. Leur présence provoque, comme celle de la flore pathogène, une pollution qualitative.

3°- Corps en solution ou en émulsion dans l'eau.

L'importance de cette fraction est très grande. En effet, elle est immédiatement dégradable et, à ce titre, elle constitue la part la plus significative de la DBO_5. De plus, il n'est pas possible de l'éliminer par des procédés mécaniques. La présence de tels corps en grande quantité découle d'anomalies dans le fonctionnement des abattoirs.

Nous nous contenterons d'énumérer les constituants principaux dont l'étude sera reprise dans les chapitres techniques. Il s'agit de l'urine, du sang, des graisses et des produits dégradables contenus dans le tube digestif. Nous trouvons également, dans cette catégorie, des produits secondaires qui ont néanmoins une importance dans la pollution ou dans l'aptitude des effluents à subir des traitements. Il s'agit des sels solubles provenant des animaux, des ateliers de tripe-rie et des activités annexes, ainsi que des désinfectants et des déter-gents qui jouent le rôle d'émulsifiants.

4°- L'eau.

Elle est le support des rejets. Les traitements sont d'autant plus coûteux et difficiles qu'elle est plus abondante. Elle est, de plus, le vecteur de la chaleur.

B. DEGRADATIONS SUBIES PAR LES PRINCIPALES FAMILLES DES COMPOSANTS DES REJETS.

Le contenu des rejets étant presque intégralement organique, il est intéressant d'en examiner le devenir en fonction des grandes catégories biologiques qui le composent.

1°- Fraction cellulosique.

Sa dégradation par les micro-organismes est si lente qu'il n'est pas nécessaire de s'en préoccuper à l'intérieur de l'abattoir. Cependant, lors des rejets dans le milieu extérieur, une accumulation peut provoquer le colmatage du fond accompagné d'une fermentation anaérobie. Ce phénomène est nuisible à la croissance des plantes aquatiques et à la vie dans les cours d'eau.

2°- Fraction protéique.

Elle est importante et sa dégradation par la flore microbienne est très rapide. Elle s'accompagne d'une forte consommation d'oxygène. Son terme ultime est la formation de gaz carbonique, d'eau, de matières azotées plus ou moins oxydées : nitrites (NO_2), nitrates (NO_3) qui présentent une toxicité propre.
Lorsque l'oxygène vient à manquer, une fermentation anaérobie peut se développer, mais ne mène pas la dégradation jusqu'à son terme.

Le rejet de grandes quantités de protéines peut donc faire diminuer le taux d'oxygène dissous du milieu et perturber la vie de tout ce qui est aérobie.

3°- Fraction lipidique.

Elle est pondéralement peu importante. La dégradation des tissus graisseux provoque le relargage des lipides qui viennent former un film

à la surface de l'eau. Les chaînes hydrocarbonées sont sensibles à l'action des rayons ultra-violets qui les "cassent". L'issue est une oxydation (mais elle est lente).

Ces corps ne sont pas toxiques, mais le film graisseux de surface interdit la réoxygénation, même lorsqu'il est d'une épaisseur moléculaire.

4°- Eléments azotés non protéiques.

Souvent abondants, ils sont repris pour diverses synthèses par la flore microbienne. Leur devenir est la formation de sels : nitrates, nitrites.

5°- Détergents, désinfectants.

Des fractions pondéralement négligeables, comme les détergents ou les désinfectants, peuvent causer des désordres.

Les détergents jouent le rôle d'émulsionnant des graisses. Lors de leur hydrolyse, les graisses sont libérées et viennent perturber, soit le milieu, soit le fonctionnement des dispositifs d'épuration.

Les désinfectants amènent, par leur action, un ralentissement des dégradations par inhibition de la flore bactérienne. De plus, rejetés dans le milieu extérieur, ils ont une action sur la flore et le plancton, même à des doses extrêmement faibles. Par exemple, les études réalisées pour l'installation de réacteurs nucléaires ont montré que le taux maximal de chlore résiduaire tolérable dans le milieu récepteur est de 0,2 p. p. m..

Les rejets sont composés de débris solides formant des MES et de matières organiques, correspondant à une DBO élevée.

Les rejets de corps toxiques sont à peu près négligeables, mais il faut considérer le cas particulier des graisses qui peuvent amplifier les difficultés d'épuration.

La présence d'une flore bactérienne est également une caractéristique majeure des rejets d'abattoir.

IV. DANGERS PRESENTES PAR LES REJETS D'ABATTOIR.

A. LE MILIEU RECEPTEUR.

1°- Définition.

En physique, le milieu est l'espace matériel dans lequel un corps est placé.

En biologie, l'espace matériel n'est pas seulement un élément (eau, gaz) mais l'ensemble des facteurs physiques et chimiques qui interagissent avec cet élément et sa population. D'où la notion de biotope : aire géographique correspondant à un groupement d'êtres vivants soumis à des conditions dont les dominantes sont homogènes.
Le milieu récepteur est un biotope.

2°- Vie et échanges dans un biotope.

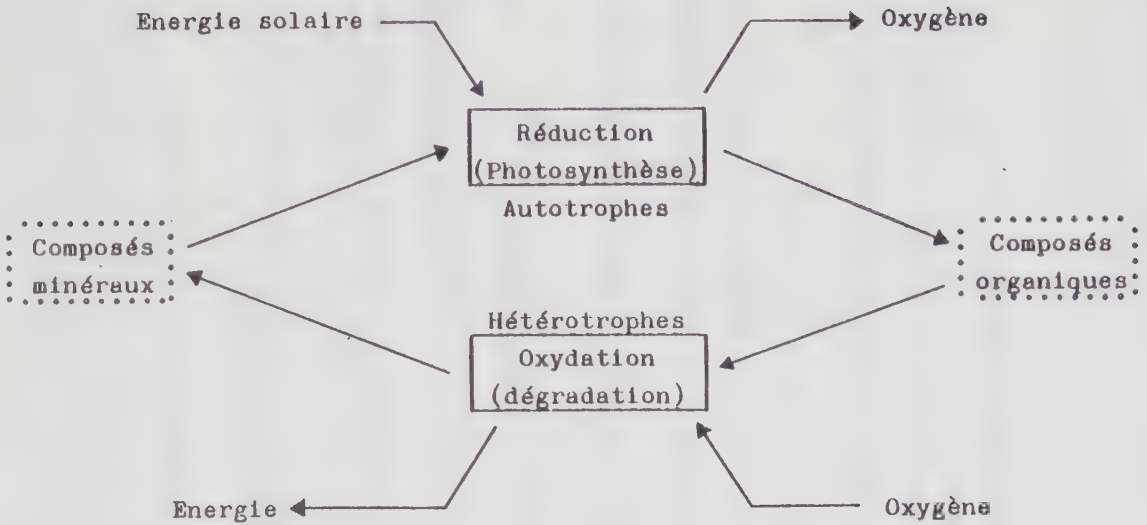
a. Cycle de l'oxydoréduction.

A la vie correspondent des échanges d'énergie sous la forme de réactions d'oxydo-réduction : c'est le cycle de la vie (cf. fig. n°1).
Il est évident que la rupture du cycle sur un point quelconque signifie, à terme, l'arrêt de la vie.

Un biotope, qui est géographiquement limité, ne vit pas en circuit fermé. En particulier, un lieu donné d'un cours d'eau est traversé

Fig. n° 1 :

Cycle de l'oxydo-réduction dans un biotope.



par le courant. La micropopulation est en partie apportée et transportée par le courant. Elle peut, pendant son passage, être modifiée en quantité et en qualité en fonction des facteurs qui gouvernent le biotope.

b. Facteurs agissant sur un biotope.

Ce sont tous ceux qui peuvent influer sur une des étapes du cycle, en particulier les quantités de matières minérales ou organiques disponibles, ainsi que tous les facteurs physiques ou chimiques entrant en jeu dans une réaction (énergie solaire, oxygène) ou qui sont susceptibles de modifier la cinétique des réactions (température).

Par exemple, l'oxygène dissous, indispensable aux réactions de dégradation, est présent en quantité variable en fonction de nombreux facteurs :

- solubilité de l'oxygène dans l'eau : elle diminue lorsque la température augmente ;

- rapport: $\frac{\text{surface d'échange avec l'atmosphère}}{\text{volume d'eau}}$

  il dépend de la profondeur, mais également des chutes car l'écume amène une forte augmentation de l'interface;

- cinétique des échanges : elle est liée à la vitesse de diffusion dans l'eau (brassage, remous) ou dans l'air (vent). La liste n'est pas limitative ;

- corps toxiques : ils peuvent bouleverser la vie des espèces d'un biotope (désinfectants).

c. Limites à l'existence de la vie dans un biotope.

En 1840, LIEBIG formule la "loi du minimum". La croissance des végétaux est limitée par l'élément dont la concentration est inférieure à une valeur minimum en dessous de laquelle les synthèses ne peuvent plus se faire. Exemple : le bore est indispensable à la croissance des végé-

taux, bien qu'en faible quantité. S'il devient insuffisant, la croissance cesse, même si les autres éléments sont présents en quantité suffisante.

SHELFORD, en 1911, précise les données par la "loi de tolérance". Chaque être vivant présente, par rapport aux divers facteurs écologiques, des limites de tolérance entre lesquelles se situe son optimum écologique. Cette loi-fait intervenir la notion de maximum tolérable. Exemple : l'excès d'apport de matières organiques fermentescibles peut interdire la vie normale d'un biotope.

Pour chaque espèce, végétale ou animale, on peut définir une valence écologique. C'est la possibilité qu'a cette espèce de peupler des environnements divers dont les facteurs écologiques présentent des variations plus ou moins grandes. La notion de valence écologique est directement liée aux lois du minimum et à la loi de tolérance.

Excès de nutriments : ils rendent impossible un apport suffisant d'oxygène ; c'est le cas courant en ce qui concerne les abattoirs.

3°- L'autoépuration.

a. Notions d'autoépuration.

Une communauté en état d'équilibre dynamique avec l'environnement est dite communauté de climax. Lors d'une perturbation on constate, pendant un temps, une rupture d'équilibre puis, petit à petit, un retour à l'état initial : c'est l'autoépuration.

Durant ce temps, la matière organique est minéralisée, les peuplements microbiens qui s'étaient multipliés géométriquement reviennent à leur valeur de départ du fait de la quantité d'énergie disponible.
Les bactéries amenées dans le rejet et ne faisant pas partie du milieu au départ disparaissent, attaquées par une flore de compétition et une flore bactériophage.

b. Réaction d'un milieu aquatique à un enrichissement en matières organiques : les saprobies.

Un cours d'eau non pollué contient de nombreuses sortes d'organismes, mais relativement peu d'individus de chaque espèce. Ceci est dû à la prédation et à la compétition. Lorsque la quantité de matière organique augmente, les données s'inversent et le nombre d'espèces représentées diminue tandis que le nombre d'individus de chaque espèce augmente. Ce phénomène a été bien étudié, ce qui a permis de classer les eaux suivant le système des saprobies.

α Zone des polysaprobies.

Les eaux polysaprobes, privées d'oxygène et chargées en matières organiques, constituent la zone de grande pollution. Les matières organiques sont dégradées par voie anaérobie, avec formation de gaz carbonique et d'hydrogène sulfuré. Les vases sont colorées en noir par le sulfure de fer.

Le nombre de germes est de l'ordre de 10^6/ml. Les plus caractéristiques sont Spheroliticus natans et Leptomitus lacteus.

La biomasse est composée de très nombreux individus représentant un nombre restreint d'espèces.

L'équilibre entre organismes producteurs, consommateurs et décomposeurs de matière organique est complètement détruit au profit des décomposeurs.

α Zone des mésoprobies.

Les eaux mésoprobes renferment une quantité d'oxygène nettement inférieure à la concentration de saturation. Cette quantité varie rapidement au moindre changement des conditions du milieu ; on remarque en particulier une diminution du taux d'oxygène dissous durant la nuit.

Les matières organiques sont partiellement minéralisées par voie aérobie et anaérobie.

Au fur et à mesure que la pollution diminue :

- les vases présentent une couleur qui évolue du gris verdâtre vers le jaunâtre ;
- le nombre de germes passe de 10^5/ml à 10^4/ml ;
- aux espèces des eaux polysaprobes s'ajoutent des schizophycées, des eumycètes, des diatomées, des mollusques (Spharium carneum), des hirudinées (Herpobdella octoculata), des crustacés (Asellus aquaticus), des mégaloptères (Sialis lutoria), de nombreuses larves de chironomides (Psectrotanipus trifascipennis). Les espèces des eaux polysaprobes disparaissent ensuite au profit de chlorophycées, de tubelariées et de diptères aquatiques ;
- le nombre d'espèces augmente tandis que le nombre d'individus par espèce diminue ;
- l'équilibre producteurs, consommateurs, décomposeurs se fait petit à petit par apparition des consommateurs puis des producteurs ;
- l'activité de la biomasse devient foisonnante.

x Zone des oligosaprobies.

Les eaux oligosaprobes sont caractérisées par un taux d'oxygène proche de la concentration de saturation et par une faible quantité de matières organiques (proche de 1 mg/l).
Elles contiennent des espèces tolérantes à une faible pollution : crustacés, planaires, larves d'éphémères, algues variées (Chlorophycées, Rhodophycées, Batrachospernum), mousses.

Les vases sont jaunes à brunes, le nombre de germes varie de 10^2 à 10^3 / ml.

L'équilibre entre producteurs, consommateurs, décomposeurs est réalisé, la biomasse diminue, le nombre d'individus par espèce est faible, le nombre d'espèces est important, l'activité est grande.

Dans des conditions extrêmes (oligosaprobie β), telles qu'on peut les trouver dans des cours d'eau de montagne, l'activité diminue par insuffisance d'énergie, la biomasse devient faible, le nombre d'individus par espèce est très faible, le nombre d'espèces diminue.

On constate que le maximum d'activité de la biomasse est trouvé en oligosaprobie et en début de mésosaprobie (mésosaprobie β). C'est à ce niveau que la possibilité d'autoépuration du cours d'eau est la plus importante. Il est donc impératif de ne pas dépasser ce stade.

La population piscicole constitue un excellent indicateur de pollution (fuite ou difficultés en mésosaprobie α).

c. Modèles mathématiques d'autoépuration.

Ces considérations sur les possibilités quantitatives d'autoépuration du milieu nous amènent à la notion de normes tolérables des rejets. Des modèles mathématiques ont été étudiés afin d'essayer de quantifier les possibilités d'assimilation d'un milieu, mais ils se heurtent à un obstacle important : le nombre des facteurs de variation à prendre en compte. Ce sont :

- la dilution : fonction du rapport des débits, mais aussi des différences de température et de densité qui existent entre un cours d'eau et un effluent ;
- la dispersion longitudinale ;
- le cycle sédimentation-remise en suspension. C'est un phénomène de pollution différée. Il ne suit pas le flot de façon continue ;
- le cycle absorption-désorption. Il est important pour les micropolluants ;

- les échanges gazeux et surtout d'oxygène ;
- les phénomènes d'oxydoréduction ;
- la dégradation par les microorganismes ;
- la photosynthèse et la respiration des végétaux ;
- la respiration des populations aquatiques et des boues du fond.

Ces modèles ne sont étudiés que pour des pollutions continues.

Différentes approches ont été tentées.

z Modèles statistiques.

Ils consistent à exploiter, avec un minimum d'à priori, une grande quantité de données pour établir des relations entre différents paramètres.

Ils fournissent des bases sérieuses d'interprétation, d'une certaine façon optimale, pour les critères retenus. En revanche, ils ne donnent pas de valeurs prévisionnelles en dehors du domaine de variation couvert par les mesures prises en compte. Ils ne permettent pas d'extrapolations pour des conditions générales fortement modifiées. D'où une vocation à être utilisés sur des cours d'eau de bonne qualité en contrôle permanent, facilitant ainsi la mise en œuvre de mesures de protection. Dans ce cas, les modèles déterministes sont trop simplistes et contestables alors que les modèles statistiques permettent l'établissement d'un programme de contrôle simplifié assez sensible.

z Modèles déterministes.

Ils s'appuient sur une connaissance générale de la nature des phénomènes étudiés, à partir de l'expérience acquise sur un grand nombre de cours d'eau dans des conditions variées.

Ils sont, à priori, plus puissants que les modèles statistiques.

Il est possible de les utiliser avec un nombre de données plus réduit. Leur validité est conditionnée par la vérification d'un certain nombre de données simplificatrices justifiant que le phénomène d'autoépuration, qui est complexe, peut se ramener, dans le cas étudié, à l'action des facteurs pris en compte.

Si l'application est correcte, ils présentent une valeur prévisionnelle plus forte que les modèles statistiques car on peut extrapoler certains résultats à des conditions de rejets ou de débits différentes de celles qui ont servi à réaliser l'ajustement du modèle mathématique aux données particulières au rejet (calage).

⁂ Méthode proposée par IMHOFF.

Il s'agit de comparer forfaitairement la consommation journalière induite par un rejet et la réaération maximale susceptible de se produire si le déficit en oxygène reste dans des limites admissibles.

Le caractère approximatif des estimations est justifié dans la mesure où les déficits tolérés sont élevés (150 %). On détermine ainsi, sans perte de temps inutile, les rejets qui méritent d'être traités.

Pour une meilleure approximation des phénomènes, des modèles plus complexes ont été établis.

⁂ Modèle de STREETER et PHELPS.

Ce modèle, outre diverses hypothèses simplificatrices sur les conditions d'écoulement, considère que les deux phénomènes essentiels à prendre en compte sont la dégradation biologique et la réaération superficielle à l'interface eau-atmosphère.

Les études de laboratoire montrent que la DBO suit une cinétique du premier ordre (durant les premiers jours) :

$$(1)\ \frac{dL}{dt} = - k1.\ L \quad \text{où } L \text{ est la DBO.}$$

La réaération superficielle est d'autant plus importante que le déficit en oxygène est plus grand. Les expériences menées en rivière et canaux artificiels montrent une cinétique du premier ordre.

Soient : Cs la concentration d'oxygène à saturation et
C la concentration réelle,

D (déficit) = Cs - C.

En tenant compte de la consommation d'oxygène induite par la dégradation des matières organiques, nous avons :

$$(2)\ \frac{dD}{dt} = - \frac{dL}{dt} - k_2.\ D = k_1.\ L - k_2.\ D$$

La solution des équations (1) et (2) est :

si Lo = DBO initiale ;
Do = déficit initial

$$(3)\ L = Lo.\ e^{-k_1 t}$$

$$(4)\ D = \frac{k_1.\ Lo}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + Do\ e^{-k_2 t}$$

A l'évolution de l'oxygène en aval d'un rejet, telle qu'elle est traduite par l'équation (4), correspond graphiquement une courbe dite "courbe en sac". Cette courbe est caractérisée par une partie descendante ($k_1 L > k_2 D$) où le déficit se creuse, puis un minimum ($k_1 L = k_2 D$) puis une partie ascendante en asymptote qui tend vers la concentration à saturation.

Des ordres de grandeur peuvent être avancés pour k_1 et k_2 :

- k_1 est fonction de la nature des matières organiques et peut varier de 0,5 j^{-1} pour un effluent brut à 0,1 j^{-1} pour un effluent

épuré ;

- k_2 est fonction des conditions d'écoulement, sa valeur, proche de zéro en milieu stagnant, peut atteindre plusieurs dizaines de j^{-1} en torrent.

L'utilisation pratique de tels modèles nécessite des études préalables sur le site, car le calage du modèle est très difficile.

Des modèles élargis ont été établis pour répondre aux insuffisances de ce modèle (modèle de DOBBINS). Ils prennent en compte de nombreux facteurs supplémentaires. Leur calage est tellement complexe qu'ils sont inutilisables en pratique.

Les résultats apportés par les modèles mathématiques d'autoépuration ne semblent pas justifier la mise en œuvre de moyens d'inventaire importants. Surtout si l'on a la sagesse de ne pas vouloir en faire l'assise essentielle des décisions.

Il serait bon de ne pas oublier la sursimplification dont ils procèdent et la limitation excessive des observations à laquelle ils risquent de conduire. Il est souhaitable de les replacer dans une démarche globale de définition de l'intervention de l'homme. Une telle analyse ne débouche pas forcément sur une solution unique, artificielle mais, au contraire, vers une gamme de choix liés à des risques plus ou moins importants de voir se développer des nuisances à court ou à long terme.

Les modèles mathématiques permettent de contrôler la cohérence des données recueillies, et de mettre en lumière certaines caractéristiques d'ensemble que la complexité des relations entre paramètres aurait pu masquer.

Les modèles mathématiques, comme l'analyse en pathologie, contribuent au diagnostic, mais ne peuvent s'y substituer sous peine d'aberration.

d. Autoépuration microbienne : la bactériolyse spontanée.

Un aspect particulier des équilibres biologiques concerne la raréfaction ou la disparition des bactéries, parasites ou virus, souillant l'environnement immédiat. Plusieurs mécanismes concourent à cette diminution.

1/ Mécanismes physiques.

Il s'agit principalement de l'adsorption sur des particules en voie de floculation et de sédimentation. Les bactéries, virus et parasites ainsi fixés ne sont pas tués et leur survie peut durer très longtemps.

On peut ajouter une mortalité par insuffisance en aliment et une action certaine, mais limitée, de la lumière.

2/ Mécanismes biologiques.

z Prédateurs biologiques.

Les bactéries constituent la nourriture du zooplancton qui est lui-même la nourriture des poissons ainsi que le phytoplancton qui fixe des bactéries en surface. De même, certains coquillages constituent de véritables filtres d'épuration. Mais certaines bactéries et certains virus survivent chez ces prédateurs ou même s'y multiplient et les contaminent (Salmonella typhi et paratyphi, Clostridium botulinum ou virus de l'hépatite).

z Antagonismes microbiens.

Depuis un siècle, les chercheurs s'intéressent au pouvoir bactéricide de l'eau et les découvertes n'ont cessé de se succéder en ce domaine.

. Action des bactériophages.

1896 : HANKIN montre que l'eau du Gange filtrée détruit le

Vibrion cholérique ; ce pouvoir disparaît après autoclavage.

1917 : D'HERELLE découvre le bactériophage. Depuis, les appréciations se sont nuancées car l'action du bactériophage ne peut exister que sous certaines conditions.

La fixation nécessite un taux minimum de germes en phase de croissance. Or, les eaux naturelles ne constituent pas toujours un milieu suffisamment nutritif et la production tend souvent vers zéro. De plus, des études ont montré l'existence d'un pouvoir bactéricide en l'absence de bactériophages. Il est donc difficile de déterminer l'importance du bactériophage dans l'action antibactérienne de nos eaux.

. Action des bactéries.

Divers agents bactériens provoquent la lyse des bactéries vivantes par différents moyens, entre autres, par des enzymes lytiques, par des substances antibiotiques ou par des produits métaboliques inducteurs de la lyse. Mais surtout, il existe des microorganismes à propriétés lytiques et croissant sur des cellules vivantes.

Caulobacter (JAMES, 1905) s'attache à Bacillus subtilis et Bacillus megaterium, mais son pouvoir lytique est plus que discuté.

Myxobactéries. Ce sont des bactéries à activité lytique, trouvées dans le sol (THAXTER, 1892), puis partout : végétaux en décomposition, excréments, écorces d'arbre et enfin dans l'eau. Ce sont des bactéries à Gram (-), arrondies ou ovoïdes, de 2 à 10 µ sur 0,4 à 0,7 µ, entourées d'une couche visqueuse. Elles sont capables de fructification quand le milieu s'appauvrit. Les fructifications sont macroscopiques et de couleur variée : vert, jaune, orange, rouge ou brun. Les cellules en repos sont des microcystes qui, quand les conditions s'améliorent, "germent", s'élargissent et laissent sortir un

bâtonnet qui s'allonge puis s'échappe. Ce sont des espèces aérobies strictes.

Certaines ont une activité antibiotique sur des bactéries à Gram (+). Des extraits de Mixoccocus virescens inhiberaient le virus des oreillons et les parainfluenza A et B. Leur action principale est une remarquable activité vis à vis de bactéries à Gram (-). On a pu constater une action sur les algues bleues, mais elle nécessite un contact étroit.

Il est remarquable de constater que ces bactéries sont trouvées dans presque toutes les eaux douces.

Bdellovibrio bacteriovorus. Découvert en 1962 par STOLP et PETZOLD, à la suite d'une contamination accidentelle d'une culture de Pseudomonas.
C'est une bactérie à Gram (-) sensible à la streptomycine. Elle est flagellée et se fixe sur les bactéries hôtes. On l'isole dans le sol, les eaux douces, les eaux d'égout et les eaux côtières. Onze souches ont été isolées. Il est capable de libérer au moins deux enzymes : une bactériolytique, l'autre protéolytique.

Spectre d'action : les bactéries hôtes sont indispensables à la croissance et à la multiplication. L'activité sur les bactéries à Gram (-) est variable selon les souches (cf. tableaux de CATTEAU et DANIEL). Des travaux contradictoires ont été publiés à propos de l'action sur les Gram (+). Des études récentes ont rapporté une action sur certains entérovirus.

En milieu naturel : la concentration en Bdellovibrio bacteriovirus augmente quand la pollution augmente, son pouvoir bactéricide également.

Autres bactéries prédatrices. D'autres espèces ont été découvertes et certains auteurs pensent qu'il existe

Tableau n° 7 :

Spectre d'activité d'une souche de Bdellovibrio
(d'après CATTEAU M., PETIPREZ A., LECLERC A. & VIVIER A.)

Salmonella paratyphi A	+++
Salmonella paratyphi B	+++
Salmonella typhi murium	+++
Arizona	+++
Shigella dysenteriae	+++
Proteus mirabilis	+++
Proteus morganii	+++
Proteus rettgeri	+++
Providencia	+++
Escherichia coli	+++
Klebsiella	+++
Enterobacter	+++
Citrobacter bethesda	+++
Hafnia	+++
Serratia pigmentée	++
Serratia non pigmentée	+++
Pseudomonas aeruginosa	0
Pseudomonas fluorescens	+++
Pseudomonas non pigmenté	+
Achromobacter	+
B 5 W	+++
Vibrio cholerae	0
Vibrio El Tor	0
Vibrio des eaux	0
Staphylocoque pathogène	0
Streptococcus faecalis	0
Corynebacterium diphteriae	0
Bacillus cereus	0
Bacillus circulans	0

+++ : Lyse confluents
++ : Nombreuses plages
+ : Quelques plages

Tableau n° 8 :

Spectre d'activité des souches de Bdellovibrio bacteriovorus isolées à partir de l'eau d'égout

Souches de Bdellovibrio / Bactéries hôtes	Bd 10	Bd 12	Bd 14	Bd 15	Bd 21
E. coli monod	+	+	+	+	-
E. coli K 12	+	+	+	+	-
E. coli C 2	+	+	+	+	-
E. coli 27	+	+	+	+	-
Salmonella typhi murium	+	+	+	+	-
Proteus morganii	+	+	+	+	-
Shigella dysenteriae	+	+	+	+	-
Klebsiella pneumoniae	+	+	+	+	-
Aerobacter aerogenes	+	+	+	+	-
Aerobacter cloacae	+	+	+	+	-
Pseudomonas fluorescens	-	-	+	-	+
Pseudomonas aeruginosa	-	-	-	-	-
Citrobacter	+	+	+	+	-
Hafnia	+	+	+	+	-
Serratia marcescens	-	-	-	-	-
Proteus vulgaris	+	+	+	+	-
Proteus rettgeri	+	+	+	+	-
Providencia	+	+	+	+	-

également des bactéries prédatrices des Gram (+).

La recherche de la bactériolyse spontanée dans l'eau est à peine commencée, mais elle apporte déjà des données très importantes en montrant l'aptitude que possède un milieu naturel d'éliminer activement des espèces bactériennes étrangères à son fonctionnement normal. Il faut néanmoins signaler qu'étant, en grande partie, le fait de germes aérobies, ce pouvoir chute brutalement en milieu eutrophisé.

Un milieu naturel est donc un élément complexe, capable d'adaptation et de défense contre les agressions diverses. Mais cette capacité a des limites et, lorsqu'elles sont dépassées, elles s'effondrent brutalement. L'eutrophisation est difficilement réversible.

Les études visant à mesurer la capacité d'un milieu à recevoir des effluents divers doivent donc être menées avec prudence car toute erreur est ensuite difficilement réparable.

B. LES EFFLUENTS D'ABATTOIRS ET LEURS CONSEQUENCES.

1°- Définition.

Les effluents sont des eaux usées rejetées à l'extérieur de l'abattoir. Le rejet peut être effectué de différentes façons, soit dans un réseau d'assainissement suivi ou non d'installations d'épuration, soit sur le sol, par aspersion (c'est l'épandage), soit dans l'eau (cours d'eau, canal ou étang).

Le rejet est défini par sa composition, sa température, son débit. Dans le cas particulier des abattoirs, il convient d'ajouter une donnée supplémentaire : ses variations. En effet, un abattoir ne pollue que pendant les heures de travail du personnel. Celles-ci dépendent de l'activité de l'abattoir. En général, il n'y a pas abattage la nuit. Dans

les abattoirs moyens, l'abattage est, en général, effectué le matin. Les plus petits abattoirs n'abattent parfois que deux jours par semaine. Dans des cas particuliers, l'irrégularité est un des facteurs importants de la pollution par les abattoirs.

Les rejets, s'ils sont mal contrôlés, présentent des inconvénients et des dangers pour le milieu récepteur bien sûr, mais aussi pour les animaux et pour l'homme.

Nous avons vu dans les chapitres précédents quelles étaient les actions possibles des divers constituants des eaux usées et ce que sont les moyens de défense du milieu récepteur. Nous allons maintenant constater les conséquences que peuvent entraîner un excès de rejets ou une épuration insuffisante.

2°- Perturbations apportées au milieu.

a. Action directe.

Action des corps toxiques : ils sont assez peu importants dans le cadre de l'abattoir. On ne trouve que les détergents et les antiseptiques pour apporter des désordres.

Sels minéraux : l'apport de sels minéraux est important : phosphates, chlorures, nitrites et nitrates. Leur action est d'autant plus néfaste que les eaux sont déjà chargées.

Chaleur : c'est un facteur de plus en plus incriminé car les rejets chauds sont de plus en plus nombreux. Des eaux chaudes sont utilisées dans les abattoirs mais,lors des rejets, elles sont en général assez refroidies. C'est une donnée à prendre en considération mais qui est rarement prépondérante.

b. Action directe.

C'est la plus importante. C'est l'action que fait subir au milieu, non pas un produit, mais le résultat d'une première interaction milieu/produit.

. La plus importante est la diminution de la quantité d'oxygène dissous. Nous avons vu précédemment que la conséquence essentielle d'un rejet organique riche est une importante consommation d'oxygène. En quantité modérée, un tel rejet est tout à fait supportable si certains facteurs aggravants ne viennent pas bouleverser les équilibres. Ce sont :

- les matières grasses. Elles ne sont pas toxiques, mais le film qu'elles forment à la surface suffit à bloquer les échanges à l'interface eau/atmosphère. Elles constituent un facteur d'anaérobiose à éliminer absolument ;

- les débris. Se déposant sur le fond, ils le tapissent et entrent en fermentation anaérobie, permettant un dégagement de substances toxiques (hydrogène sulfuré, ammoniac, acides aminés de putréfaction). Ils peuvent, de plus, éliminer la flore aquatique, ou, en cas d'épandage, provoquer un colmatage et par conséquent détruire tous les microconstituants aérobies indispensables à la persistance d'une structure normale du sol. De plus, les rejets ultérieurs coulent sur les sols colmatés et provoquent des pollutions hors des champs d'épandage.

. L'irrégularité du fonctionnement. C'est une donnée caractéristique. L'épuration, naturelle ou non, est un phénomène faisant appel à des populations bactériennes dont la multiplication n'est pas immédiate. De plus, une telle multiplication ne se fait pas sans un bouleversement des équilibres car toutes les espèces n'ont pas la même vitesse de

croissance, ni les mêmes exigences.

Une augmentation d'un rejet se traduit par une perturbation puis un nouvel équilibre, si la quantité est compatible avec les possibilités de l'autoépuration. Des augmentations de charge répétées provoquent des successions de périodes de croissance bactériologique suivies de récessions, perturbant ainsi l'équilibre de la flore. Elles peuvent diminuer, voire bloquer, les possibilités d'autodéfense d'un milieu qui, en général, subit simultanément d'autres agressions.

Dans le cas particulier du rejet dans un réseau communautaire muni d'installation d'épuration, nous verrons ultérieurement que les stations ne peuvent absorber de telles variations. En effet, elles constituent un milieu biologique artificiellement maintenu en équilibre et sont donc plus fragiles encore qu'un biotope naturel.

3°- Dangers pour l'homme et les animaux.

Les rejets d'abattoir peuvent contenir des éléments dangereux pour l'homme ou les animaux, soit par eux-mêmes, soit en induisant des transformations dangereuses du milieu.

a. Action directe.

On a pu retrouver dans les rejets d'abattoir des germes spécifiquement dangereux pour l'homme ou les animaux. Certains d'entre eux ont une survie prolongée et le danger qu'ils représentent ne peut être négligé.

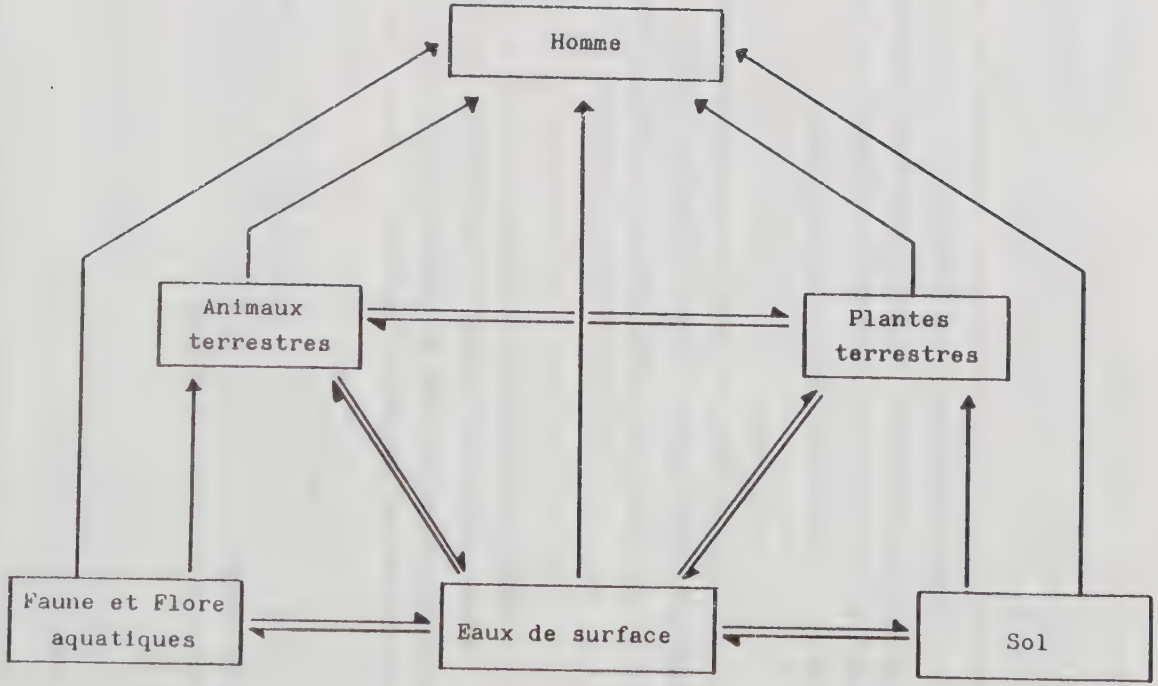
Les possibilités de contamination de l'homme ou des animaux terrestres sont multiples (cf. fig. n°2).

α Tuberculose et mycobactérioses atypiques.

La possibilité du transport du bacille de la tuberculose et des

Fig. n° 2 :

Possibilités de contamination de l'Homme ou des animaux par les eaux de surface



mycobactéries par l'eau est prouvée depuis longtemps, mais nous ignorons l'influence que peuvent présenter les rejets d'abattoir. En effet, les animaux tuberculeux abattus ne présentent que rarement un stade de la maladie associée à une bactériémie. Le nombre de germes rejetés est certainement restreint. La possibilité de les trouver doit cependant être signalée car les bacilles sont excrétés par la salive, le lait et les excréments.

Outre la tuberculose, il faut signaler la paratuberculose (bacille de Johnes) et les mycobactéries allergisantes qui, si elles ne sont pas dangereuses, n'en sont pas moins gênantes, surtout dans les actions de prophylaxie vis à vis de la tuberculose.

z Brucellose.

La survie des Brucella dans l'eau varie, selon les conditions climatiques, de 27 jours à 5 mois ou même plus. Les cas de contamination collective par abreuvement sont courants. La possibilité de contamination par l'abattoir doit être examinée, car, du fait de la particulière agressivité de ce bacille, sa présence, même en très faible quantité, peut être dangereuse. De plus, Brucella abortus ovis et melitensis sont dangereuses pour l'homme.

z Leptospirose.

La leptospirose est une maladie hydrique, souvent inapparente ou bénigne, chez les animaux qui deviennent des porteurs sains. Elle est révèlée par l'homme et le chien qui peuvent présenter des accidents hépatiques, rénaux ou méningés.

Les leptospires sont détruits par la chaleur,la déssiccation et la lumière avec une sensibilité nette aux ultra-violets. La survie dans l'eau est bonne : Leptospira pomona : 21 à 49 jours dans l'eau non acide

et de 10 à 193 jours dans les boues.

La contamination est effectuée par des excréments, surtout de bovins, porcs et oiseaux. D'après COTTEREAU, 70 % des animaux du Charolais sont infectés. Les bovins restent excréteurs 2 à 3 mois après l'infection, les porcs de 8 à 12 mois.

En France, on estime que la quasi totalité des contaminations humaines sont le fait d'eaux souillées. La leptospirose est une maladie professionnelle des égoutiers et des dockers et un facteur limitant des baignades.

La contamination de l'eau dans les abattoirs doit être suspectée car, outre le fait que les rejets sont souillés par des germes fécaux, les abattoirs comptent souvent une population endémique de rats qui sont d'importants disséminateurs de cette maladie.

- Les salmonelles.

Le cas des salmonelloses est proche de celui des leptospiroses, car il existe des porteurs sains chez l'homme et les animaux. L'excrétion dans les abattoirs est importante et l'eau constitue un réservoir de ces microorganismes.

- La fièvre charbonneuse.

C'est un cas particulier. En effet, la loi prévoit que les animaux qui en sont atteints doivent être abattus hors des abattoirs, sans effusion de sang. Cependant, des rapports montrent que tous les ans quelques cas atypiques sont diagnostiqués après abattage.

Cette affection est particulièrement dangereuse car les germes sont sporulables et les spores pratiquement indestructibles par les moyens courants. On ne connaît pas la limite de survie des spores dans l'eau. De ce fait, la dissémination des germes est très redoutée et la

loi prévoit des mesures pour la combattre.

z La fièvre aphteuse.

Le virus de la fièvre aphteuse résiste 41 jours en eau douce. Des précautions sont prises pour éviter le passage d'animaux malades en abattoir, mais en cas d'épizootie importante, le Ministre peut prendre la décision d'utiliser la viande des animaux et le danger de dissémination est alors à considérer.

D'autres organismes pathogènes ou saprophytes sont susceptibles d'être trouvés dans les rejets d'abattoir :

- des virus par exemple :
  - virus de l'hépatite infectieuse ;
  - " de la rage (Rhabdovirus) ;
  - " de la myxomatose ;
  - " de la maladie de Newcastle ;
  - " des grippes (Orthomixovirus) ;
  - " de la leucose bovine (Oncornavirus ou Leucovirus) etc...

Le devenir des virus lents susceptibles d'être rejetés est inconnu;

- des rickettsies : fièvre Q... ;

- des bactéries pathogènes, comme :

  Listeria, Malleomyces mallei et pseudomallei, Erysipelothrix, Pasteurella, Franciscella tularensis, Yersinia, Campylobacter, Chlamydia ;

- de nombreux germes opportunistes :

  Salmonella, Staphylococcus, E. coli, Proteus, Streptococcus, Pseudomonas...

La liste des germes opportunistes est très difficile à établir car de très nombreux germes saprophytes peuvent y figurer. Cela ne présente pas une grande importance car leur dissémination dans les effluents d'abattoir est secondaire par rapport aux multiples autres sources

de contamination de l'homme et des animaux.;

- des protozoaires :

  sarcosporidies, sporozoaires (coccidies) ;

- des champignons inférieurs :

  Aspergillus, Cryptococcus, Histoplasma, Sporotrichum, Trichophytons ;

- des parasites :

  Ascaridia, Fasciola hepatica, Dicrocoelium lanceolatum, oxyures, taenias, Paramphystonum, trichures, Capillaria, spirures, Anisakys, Strongylus.

Cette liste, non exhaustive, montre que les possibilités de contamination sont très étendues. Une grande partie des organismes correspond à une population normale mais, de plus en plus, présente des caractères de résistance aux antibactériens et surtout aux antibiotiques. Il faut donc se préoccuper de la survie éventuelle de ces organismes dans les rejets et des contagions possibles.

b. Action indirecte.

La diminution de l'oxygène dissous et la prolifération de certains germes comme les Pseudomonas, peut favoriser la multiplication de germes dangereux comme le Clostridium botulinum qui peut répandre sa toxine dans les eaux ou contaminer la faune aquatique. La toxine botulinique type E se concentre en particulier dans la chair des poissons in vivo. Cette toxine est d'autant plus dangereuse que l'absorption fractionnée de doses infratoxiques peut être mortelle par le phénomène de sommation.

La loi prévoit que, dans chaque abattoir, un lazaret et un abattoir sanitaire doivent être prévus pour l'abattage des animaux suscep-

tibles de contaminer la chaîne. Mais les écoulements d'eau sont communs avec le reste de l'abattoir, ainsi d'ailleurs que ceux des locaux de consigne et de saisie.

Les eaux usées d'abattoir présentent un potentiel de risque notable vis à vis de la santé des hommes et des animaux. Ceci doit retenir l'attention au moment du choix des solutions techniques de traitement.

Nous avons pu constater, tout au long de la chaîne d'abattage, la production de déchets polluants. Les interactions entre ces déchets et le milieu récepteur font apparaître une notion importante : celle des normes de pollution tolérables. Ces normes doivent être reconnues et fixées par la loi afin de sauvegarder la vie des écosystèmes et la santé publique.

La bibliographie est décevante en ce qui concerne la microbiologie de l'eau. Pour des raisons techniques, les études générales s'adressent à de grands groupes microbiens (les résultats sont donnés en coliformes fécaux, streptocoques fécaux...). Ces groupes sont définis : par exemple les streptocoques fécaux correspondent au groupe sérologique D de Lancefield, mais cela ne donne pas de renseignements sur des espèces précises.

A l'inverse, les études de survie, effectuées à partir de germes particuliers, sont très insuffisantes. D'une part, les études utilisent presque toujours les mêmes germes (pour des raisons d'obligation de choix), d'autre part, elles sont presque toujours menées en laboratoire. Les conclusions qui en sont tirées ne sont valables que pour les conditions particulières de l'essai. Les extrapolations qui sont faites sont

donc très imprécises ou hasardeuses.

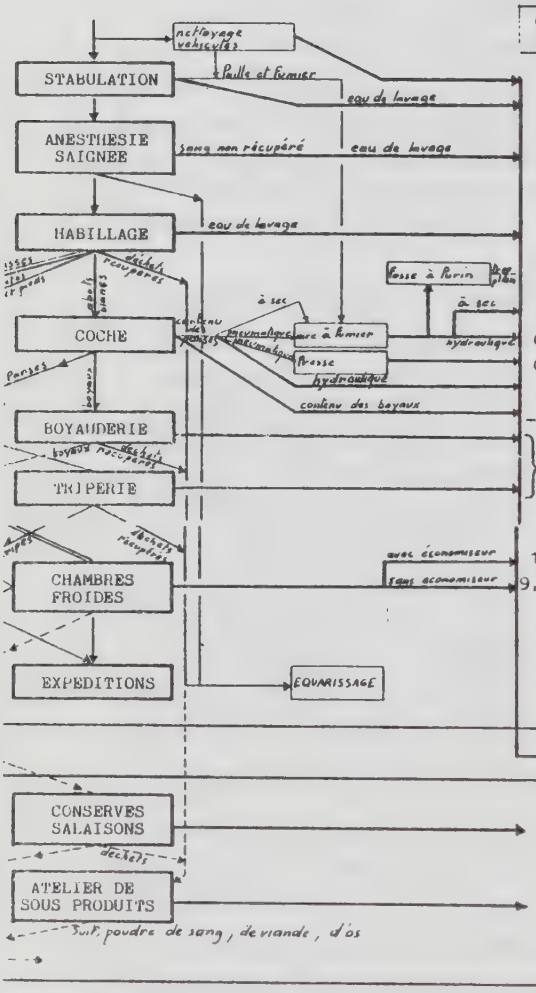
Les durées de survie sont, par exemple, très mal connues. Même dans des milieux artificiels comme les boues de station, la composition de la flore est mal connue. Des cultures de réensemencement existent, mais il leur est préféré, chaque fois que cela est possible, des apports de boues provenant d'autres stations.

-:-:-:-

Tableau N° 9 : Récapitulatif des volumes de production et de la charge polluante des effluents en grammes de DBO_5.

Effluents	Quantité produite		DBO_5
Purin	Gros bovins et équidés	15 litres/jour	0,043 g/kg carcasse
	Autres	3 litres/jour	15 g/l
Sang	Gros bovins et équidés	20 litres/tête	0,7 g/kg carcasse
	Porcs, Veaux	5 litres/tête	0,4 g/kg carcasse
	Ovins, Caprins	1,5 litre/tête	0,4 g/kg carcasse
Matières stercoraires	Gros bovins et équidés	0,167 m^3/tonne	de 0,5 à 3,5 g/kg carcasse selon transport et type de traitement
	Veaux	0,020 m^3/tonne	
	Moutons	0,250 m^3/tonne	
Boyauderie			0,4 g/kg carcasse
Triperie (lavage)	Tonnage inf. à 7000 t/an		6 g/kg carcasse
	Tonnage sup. à 7000 t/an		8 g/kg carcasse
Lavage des cours et des matériels			2 g/kg carcasse
Activités annexes	Désossage		0,5 g/kg carcasse
	Salaison, Conserverie		10 g/kg carcasse
	Traitement sous-produits		5 g/kg carcasse
	Autres activités		5 g/kg carcasse

BILAN GENERAL DE POLLUTION DANS LES ABATTOIRS



	DEBIT EN l/kg de carcasse		MATIERES EN SUSPENSION l/kg de carcasse		DBO_5 g O_2/kg de carcasse	
	G.B. & Polyv.	PORCS	G.B. & Polyv.	PORCS	G.B. & Polyv.	PORCS
Fosse à fumier à sec	0		0		0	
Fosse à fumier hydraulique	0,5 à 1		2,6 à 3		1,2	
Presse hydraulique	0,8 à 1,5		2,6 à 3		1,2	
Contenu des boyaux	8 à 10		16,5 à 21,5		2,3 à 3,5	
BOYAUDERIE	2 à 15	G.B. Veaux Ovins	3 à 3,5 4 à 5,5	0,7 à 0,9	2 à 5	0,8
TRIPERIE			1,5 à 2,5 1 à 12,5	1,5 à 2,5	0,8 à 1,2 0,3 à 6	0,3 à 1,2
CHAMBRES FROIDES avec économiseur	1 à 5					
CHAMBRES FROIDES sans économiseur	9,7 à 45					
	5 à 40	7 à 9	3 à 50	12 à 15	3 à 22	5 à 10
CONSERVES SALAISONS					Conserves 3 à 5 Salaisons 14 à 16	
ATELIER DE SOUS PRODUITS			3,5 à 6,5		5 à 6	

OBSERVATIONS : Le rapport $\frac{DCO}{DBO}$: en moyenne égal à 2 , varie selon le taux de MES .

si MES = 800 à 1500 : $\frac{DCO}{DBO}$ = 1,8 à 2,2

si MES = + de 1500 : $\frac{DCO}{DBO}$ = 2,5 à 3,3

Seconde partie

LEGISLATION

-:-:-

La législation concernant les abattoirs s'articule autour dè deux axes principaux :

- inscription parmi les établissements de première catégorie, dans la liste des établissements classés dangereux, incommodes et insalubres ;

- régime général sur la qualité des eaux résiduaires .

Ces deux types de dispositions réglementaires ont été élaborés successivement, en fonction de l'évolution des idées sur le rôle de l'Etat face aux différents types de dangers que présentent les établissements industriels vis-à-vis de l'hygiène, de la santé publique et de la nature.

Ces législations sont, aujourd'hui, complémentaires. L'examen des principaux textes votés depuis la parution de la loi de 1917 sur les établissements classés nous fournit des éléments intéressants sur cette évolution et nous permet d'envisager sa prolongation dans l'avenir.

I. LOI DU 19 DECEMBRE 1917
(Abrogée par la loi du 11 juillet 1976)

Nous nous contenterons d'un rappel, cette législation ayant été évoquée par :

- BOUTHIER : thèse vétérinaire Toulouse 1971
  "Législation des établissements classés, référence particulière aux porcheries" ;

- LALLOZ : thèse vétérinaire Toulouse 1974
  "Les eaux résiduaires et la législation des établissements classés".

1°- L'établissement classé - Définition.
Article premier loi du 19 décembre 1917.

Ce sont les manufactures, ateliers, usines, chantiers et tous établissements industriels ou commerciaux susceptibles de présenter des causes de danger soit pour la sécurité, la salubrité ou la commodité du voisinage, soit pour la santé publique, soit encore pour l'agriculture.

Ces établissements sont soumis à la surveillance de l'autorité administrative dans les conditions définies par la présente loi.
La loi définit trois classes qui correspondent à des dangers décroissants et à une législation à surveillance décroissante.

Les établissements de première et seconde classe sont soumis au régime des autorisations lors de leur construction.

La première classe comprend les établissements qui doivent être éloignés des habitations. La distance minimum n'est pas fixée, les collectivités locales ont toute liberté d'appréciation.

La deuxième classe comprend les établissements dont l'éloignement des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire, mais dont l'exploitation ne peut être autorisée qu'à la condition que des mesures soient prises pour en prévenir les dangers ou les inconvénients.

Dans la troisième classe sont placés les établissements qui ne présentent pas d'inconvénient grave, ni pour le voisinage ni pour la santé publique. Ils sont soumis à des prescriptions générales édictées dans l'intérêt du voisinage et de la santé publique pour tous les établissements intéressés.

2°- L'abattoir et la législation sur les établissements classés.

L'abattoir est inscrit en première classe dans la liste des éta-

blissements classés. Il cumule la totalité des dangers et inconvénients évoqués par la loi :

- odeur ;
- danger des mouches ;
- bruit ;
- danger d'incendie ;
- altération des eaux.

Lors de la demande de création d'un abattoir, le dossier doit préciser le mode et les conditions d'utilisation, de traitement et d'évacuation des eaux résiduaires.

Lors de l'enquête de commodo-incommodo, les affiches doivent faire connaître :

- si les eaux résiduaires de l'établissement doivent être déversées, après épuration ou non, dans le milieu naturel, dans les égouts autorisés, dans des puits absorbants artificiels ou encore dispersées par épandage sur le sol ;

- si les eaux résiduaires doivent servir à l'irrigation. Auquel cas, la servitude d'aqueduc sera appliquée et réglée par les articles 123, 124 et 125 du Code rural.

Lors de l'étude du dossier par les autorités administratives, le préfet doit prendre avis du Service chargé de la police des eaux, dans le cas où les eaux résiduaires provenant de l'établissement projeté doivent être évacuées dans un milieu naturel ou écoulées dans des puits absorbants naturels.

Dans le cas où le Conseil départemental d'hygiène est saisi de questions concernant les établissements classés, il lui est adjoint un fonctionnaire du Ministère des travaux publics et un fonctionnaire du Ministère de l'agriculture ainsi qu'un représentant de la Police des eaux dans le département.

3°- Organismes de contrôle des établissements classés et répression.

Le contrôle des établissements classés est effectué sous la responsabilité de l'autorité exécutoire. Au niveau du département, elle est donc placée sous l'autorité du Préfet qui désigne des agents inspecteurs.

Leur mission est d'assurer le contrôle de l'application de la loi. Ils examinent les plaintes, dressent procès-verbal des contraventions, donnent leur avis sur certains points. Ils ont le droit de visite à tout moment, ce droit étant sous secret professionnel. Les procès-verbaux dressés font foi en justice jusqu'à preuve du contraire.

Dans certains cas d'établissements à caractère rural, le Directeur départemental des Services vétérinaires peut assumer les fonctions d'agent inspecteur. Il n'est pas précisé dans les textes si les abattoirs font partie de ces établissements, mais la pratique le confirme.

Cette législation a été établie le 19 décembre 1917, en temps de guerre, au moment où la situation s'éclairait du côté des Alliés du fait de l'appui américain. A ce moment, on commençait à croire à la victoire. Elle visait à identifier, inscrire, classifier les établissements susceptibles de causer des dommages sans avoir la prétention d'apporter une solution aux dommages existants.

En effet, le caractère absolu autant qu'imprécis de certains articles (ex : les rejets ne doivent être en aucun cas responsables de nuisances) les rend strictement inapplicables, surtout dans un pays en plein effort de guerre. Le législateur ne se faisait manifestement aucune illusion à ce sujet.

En revanche, la précision des articles visant la création d'établissements nouveaux montre le souci de contrôler les constructions futures de manière à pouvoir établir des normes minimales de fonctionnement.

Ce texte était surtout destiné à assurer le respect du droit des tiers lors de la construction d'établissements dangereux ou insalubres, ainsi que de la santé publique.

II. INSTRUCTIONS DU 6 JUIN 1953 COMPLETEES PAR CELLES DU 10 DECEMBRE 1957

(Journal officiel du 20 juin 1953, du 21 septembre 1957 et du 8 octobre 1957)
Instructions concernant le rejet des eaux résiduaires des établissements classés.

Ce texte,établi en pleine période de reconstruction après la seconde guerre mondiale, tente de préciser le texte de 1917 et de déboucher sur des solutions applicables en pratique. Il établit des distinctions selon le mode de rejet, l'état du milieu récepteur, il ébauche des normes de qualité pour les rejets.

Cette réglementation, prévue pour les établissements de troisième classe, servait de base de travail pour le calcul des prescriptions spéciales que le Préfet et les organismes intéressés fixaient pour chaque cas d'espèce lors des demandes d'autorisation en première et seconde classe.

1°- Prescriptions à imposer.

a. Observations générales.

1/ Différentes voies d'évacuation.:

. réseaux publics d'assainissement pourvus,à leur extrémité, d'une station d'épuration. Ils sont de type unitaire (eaux usées et pluviales mélangées) ou séparatifs (eaux usées et pluviales séparées), les eaux pluviales étant, dans ce cas, évacuées sans traitement ;

. milieux naturels (cours d'eau, étang, mer) directement ou par l'intermédiaire d'un réseau d'assainissement sans station d'épuration ;

. puits absorbants artificiels (puits filtrants) ;

. le sol, par voie d'épandage en vue de l'épuration naturelle ;

. les puits absorbants naturels sont interdits (décret loi du 30 octobre 1935).

2/ But des prescriptions :

- permettre l'exploitation rationnelle des réseaux publics d'assainissement ;
- assurer la protection des milieux naturels (de surface ou souterrains) ;
- maintenir une vie aquatique normale au sein des milieux naturels récepteurs ;
- conserver les qualités agronomiques des sols utilisés.

3/ Classification des milieux récepteurs en fonction de leur charge de pollution industrielle.

. Quand l'effluent arrive dans un réseau public pourvu d'une station d'épuration, on distingue différents cas selon que la charge de pollution apportée par l'établissement s'avère être supérieure, égale ou inférieure soit à celle de l'agglomération utilisant le même réseau d'assainissement, soit aux possibilités autoépuratrices du milieu récepteur.

Trois cas :
- la charge de pollution industrielle du milieu récepteur est relativement faible ;
- la charge de pollufion industrielle du milieu récepteur est importante ;
- la charge de pollution industrielle du milieu récepteur est prépondérante.

Pour pouvoir distinguer les cas de pollution quand il n'y a pas de

réseau, on assimile la charge de pollution apportée par l'établissement à celle que produirait une population dite équivalente qui utiliserait les mêmes voies d'évacuation. Cette population équivalente doit être calculée en fonction de tous les établissements reliés au même réseau. Cette population doit être comparée à la population réelle pour voir si elle est faible, équivalente ou prépondérante. Il faut, pour cela, connaître la DBO quotidienne de l'effluent.

L'évacuation en milieu naturel pose des problèmes que l'on doit résoudre en prenant comme base la balance en oxygène des milieux récepteurs. Cette balance comprend des données positives et des données négatives :

- positives : la marge existant entre la teneur en oxygène du cours d'eau et la teneur inférieure limite nécessaire à la survie du milieu, augmentée de l'apport en oxygène dû à la réaération du milieu ;
- négatives : la demande en oxygène des rejets (compte tenu de leur répartition dans le temps) et la consommation d'oxygène propre au milieu récepteur.

Dans tous les cas, les conséquences ne devraient pas changer l'équilibre biologique du milieu, notamment en rivière où elles ne devraient pas influer sur son classement piscicole en première ou deuxième catégorie.

En fait, c'est cette balance qui nous dit si la charge de pollution est faible, importante ou prépondérante. D'où l'intérêt pour un industriel de répartir ses rejets sur 24 heures.

Il faut, de plus, établir des distinctions en fonction de la proximité de prises d'eau pour les villes, de plages, de baignades, de bancs de

coquillages, de réserves à salmonidés.

b. Prescriptions générales.

Prescriptions applicables qu'il s'agisse indifféremment d'un réseau public d'assainissement, d'un milieu naturel ou d'un puits absorbant artificiel. :

- neutralisation de l'effluent à un pH compris entre 5, 5 et 8, 5. A titre exceptionnel, en cas de neutralisation à la chaux, le pH pourra être compris entre 5, 5 et 9, 5 ;
- température ramenée à 30°C maximum ;
- interdiction de déverser des composés cycliques hydroxylés et leurs composés halogénés ;
- interdiction de déverser des substances de nature à favoriser la manifestation d'odeurs, de saveurs ou de colorations anormales dans les eaux naturelles lorsqu'elles sont utilisées en vue de l'alimentation humaine.

c. Prescriptions complémentaires des précédentes.

Prescriptions variables selon la nature et la charge de pollution : faible, importante ou prépondérante, de la voie d'évacuation.

Pour préciser et simplifier les notions de charge de pollution, des formules ont été établies faisant intervenir la notion de population équivalente.

Calcul de la population équivalente (PE) :

$$PE = \frac{\text{DBO de l'effluent X débit journalier de l'effluent}}{\text{DBO produite par un habitant par jour}}$$

De nombreuses tables de valeurs ontété établies. Exemple pour

les abattoirs :

préparation d'une carcasse de bovin = 70 habitants

" d'une tonne de viande nette = 220 "

" de 5 000 tonnes de carcasses de bovins = 1 000 000 "

1/ Rejets effectués dans un réseau d'assainissement.

Il existe une formule approchée utilisant :

- la DBO en g/l de l'effluent = DBOE ;
- le volume sur 10 ou 24 heures de l'effluent. Ce volume est ramené au volume équivalent (V) d'un effluent type dont la DBO serait 0, 5 g/l. Le coefficient de dilution approprié est donc de DBOE x 2 ;
- le débit journalier du réseau d'assainissement DRA.

La valeur du rapport $\frac{DRA}{V}$ indique la charge de pollution.

Tableau n° 11 :

Volumes rapports mesurés en		Charges de pollution		
		Faible	Importante	Prépondérante
$\frac{DRA}{V}$	24 h	+ de 25	de 2, 5 à 25	- de 2, 5
	10 h	+ de 60	de 6, 0 à 60	- de 6, 0

2/ Rejets dans un milieu naturel.

Tableau n° 12 :

Charge de pollution en fonction de la balance en oxygène

Balance en oxygène	Charges de pollution		
	Faible	Importante	Prépondérante
	nettement positive	tendant vers 0	négative

Formule simplifiée à valeur indicative utilisant :

- DBO en g/l de l'effluent ;
- volume sur 10 à 24 heures de l'effluent. Ce volume est ramené au volume équivalent (V) d'un effluent type dont la DBO serait 200 mg/l et on effectue le même rapport que dans le cas où il y a un réseau d'assainissement.

Tableau n° 13 :

Débit du milieu récepteur / V		Charges de pollution		
		Faible	Importante	Prépondérante
	24 h	+ de 300	150 à 300	- de 150
	10 h	+ de 720	360 à 720	- de 360

d. Rejet sur terrain labourable ou sur prairie :

- la totalité de l'effluent sera soumise à une épuration naturelle par le sol sur une surface suffisante ;
- l'effluent sera neutralisé à l'aide de chaux, le pH devant

Tableau n° 14 :

Tableau récapitulatif des compositions tolérables d'effluents en fonction du mode de rejet

Voies d'évacuation	Charge de pollution du milieu récepteur	Substances Gaz Vapeurs	Matières flottantes	Matières en suspension	DBO_5	N_2 total	Toxiques pour les poissons
Réseau public d'assainissement avec une station d'épuration	Faible	Absence	Absence				
	Important	Absence	Absence	1,00 g/l	0,50 g/l	0,15 g/l	
	Prépondérante	Absence	Absence	0,50 g/l	0,50 g/l	0,15 g/l	
Réseau public d'assainissement ou milieu naturel sans station d'épuration	Faible	Absence	Absence	0,10 g/l	0,20 g/l	0,06 g/l	Absence
	Important	Absence	Absence	0,05 g/l	0,10 g/l	0,03 g/l	Absence
	Prépondérante	Absence	Absence	0,03 g/l	0,04 g/l	0,01 g/l	Absence
Puits filtrant				0,05 g/l	0,10 g/l	0,03 g/l	

être au maximum de 9, 5 ;

- annuellement, l'exploitation soumettra à l'agrément du Préfet le plan des terrains sur lesquels sera effectué l'épandage ;
- dépôt sera fait, à la préfecture, d'un calendrier d'utilisation des appareils destinés à la dispersion. Toute modification apportée à ce calendrier devra être préalablement signalée à l'Inspecteur des établissements classés ;
- en aucun cas la capacité d'absorption des sols ne devra être dépassée, de telle sorte que, ni la stagnation prolongée sur ces sols, ni le ruissellement hors des surfaces réservées à l'épandage, ne puissent se produire.

2°- Modalités d'application.

a. Etablissements visés et mise en œuvre.

1/ Charge faible du milieu récepteur.

. Un établissement nouveau devra se conformer au délai fixé par l'arrêté préfectoral pour la réalisation de l'ensemble des prescriptions imposées à l'établissement.

. Un établissement existant bénéficiera d'un délai de 6 mois.

2/ Charge importante mais non prépondérante du milieu récepteur.

. Un établissement nouveau devra exécuter d'abord les prescriptions du cas précédent dans le délai précité et ensuite les prescriptions du cas présent dans un délai de 6 mois.

. Un établissement existant devra exécuter les prescriptions du cas précédent dans le délai prévu pour le cas (soit 6 mois) et les prescriptions du cas présent dans un délai d'un an, soit en tout un an et six mois.

3/ Charge prépondérante du milieu récepteur.

. Un établissement nouveau devra exécuter successivement les prescriptions des deux cas précédents dans les délais respectivement correspondants et les prescriptions du cas présent dans un délai de six mois, soit en tout un an.

. Un établissement existant devra exécuter les prescriptions des cas précédents dans les délais correspondants (soit six mois et un an) et les prescriptions du cas présent dans un délai d'un an, soit en tout deux ans et six mois.

4/ Présence d'un puits absorbant artificiel.

. Un établissement nouveau devra exécuter la prescription dans un délai de six mois.

. Un établissement ancien devra exécuter les prescriptions dans un délai d'un an.

5/ Utilisation du procédé d'épandage.

. Un établissement nouveau devra se conformer aux délais fixés par l'arrêté préfectoral pour la réalisation des autres conditions.

. Un établissement existant devra exécuter les prescriptions dans un délai de six mois.

Des dérogations peuvent être accordées quand de nombreux établissements sont en cause ou quand les normes d'épuration sont matériellement impossibles à réaliser.

b. Surveillance et contrôle du rejet des effluents industriels :

- ils nécessitent des analyses de laboratoire ;
- pour le département il existe un laboratoire agréé par le Ministère du commerce ;

- ce laboratoire procurera le matériel approprié pour procéder aux prélèvements d'eaux nécessaires aux contrôles ;
- ces prélèvements devront être effectués sous le contrôle direct de l'Inspecteur des Etablissements classés ou de toute personne désignée à cet effet dans le cadre des dispositions de l'article 21 de la loi du 19 décembre 1917 ;
- les frais occasionnés par les analyses et, éventuellement, les prélèvements, seront à la charge de l'exploitant.

De plus, la surveillance portera sur la capacité de traitement des installations et leurs conditions de fonctionnement.

c. Prélèvements.

En cas d'envoi vers une station d'épuration ou un puits artificiel, le prélèvement aura lieu dans l'effluent.

Dans le cas de rejet dans le milieu naturel, on doit faire trois prélèvements :

- un dans l'effluent ;
- un 50 mètres en amont ou à la prise d'eau de l'établissement, si possible à 2 mètres de la berge ;
- l'autre 50 mètres en aval, si possible à 2 mètres ou à distance convenable de l'établissement.

3°- Commentaires sur l'instruction du 6 juin 1953.

1/ Nous constatons que la notion de DBO prend une importance considérable puisque le rejet est classé à partir de calculs effectués sur cette seule donnée.

2/ A propos du terme "charge de pollution" :

réseau avec station d'épuration : un réseau à charge de pollution faible, par rapport à un effluent donné, peut avoir un taux déjà proche de la saturation de la station. Ce vocabulaire tend alors à induire en erreur ;

milieu naturel : le taux de pollution acceptable est ici défini par les possibilités autoépuratives du cours d'eau. Ce qui est souhaitable mais peut aussi déboucher sur des confusions.

Un milieu récepteur à charge de pollution faible par rapport à l'effluent peut déjà être très pollué.

3/ Lors d'un rejet en milieu naturel à "charge de pollution faible", l'industriel bénéficie d'un maximum de tolérances.
Cette loi favorise la pollution des milieux peu pollués, ce qui est regrettable. Elle ne s'attache qu'à la protection des milieux très pollués, ce qui est insuffisant.

4/ Notons l'importance des poissons dans cette législation à la fois comme indicateurs biologiques de pollution et comme éléments caractéristiques du classement des milieux.

5/ Le conseil donné d'étaler les rejets sur 24 heures, aussi logique soit-il, est une porte ouverte aux abus. Le minimum d'étalement n'est pas fixé. Le souci conciliateur, qui est d'ailleurs parfaitement nécessaire, est présent mais l'incitation à l'amélioration de la qualité du rejet est insuffisante.

On peut dire que cette loi est simplement un texte de première nécessité, édictée à une époque où, il faut bien le reconnaître, peu de monde était conscient du problème de l'eau. Rien, ou à peu près rien n'était fait et les représentants des pouvoirs publics pratiquaient, à l'époque, un certain laxisme.

En suivant les procès intentés à l'époque, pour pollution, on se rend parfaitement compte du peu de cas que faisaient la Justice et les pouvoirs publics de ces problèmes

Les textes plus récents montrent bien l'organisation qui s'établit graduellement, la prise de conscience des pouvoirs publics à tous les niveaux, mais aussi, et cela est plus intéressant, de l'industrie elle-même.

a. Organisation de bassin.

Le texte de 1953 prévoit, lorsque l'urbanisation et l'industrialisation sont suffisantes pour qu'il soit nécessaire de coordonner les efforts et les niveaux de traitement à exiger de chacun, la mise en place d'une organisation de bassin.

Elle comprend obligatoirement des représentants des administrations suivantes : Inspection des établissements classés, Service des ponts et chaussées, Service des eaux et forêts, Service du génie rural, Direction de la santé, Délégation de reconstruction et de l'urbanisme. Suivant les circonstances, on peut trouver en plus, Service vétérinaire, Inscription maritime, Administrations municipales et des représentants des exploitants.

b. Commission départementale des eaux.

Son rôle est consultatif. Elle comprend des représentants des établissements classés, des Ponts et chaussées, du Génie rural, de la Délégation de l'urbanisme, de la Santé, des Eaux et forêts plus un représentant qualifié des intérêts des pêcheurs, deux représentants qualifiés des intérêts des exploitants visés par la loi du 19 décembre 1917 et, éventuellement, des personnes compétentes ou concernées par les affaires traitées.
Suivant les circonstances, on peut trouver Service vétérinaire, Inscription maritime, Administrations municipales.

Ce texte marque l'apparition d'une législation générale sur l'eau

avec une approche globale des questions à résoudre.
Ce désir d'installer un cadre général d'action montre que, dès cette époque, on se rendait compte de l'inefficacité des mesures ponctuelles et de la nécessité d'une action concertée plutôt que répressive entre les différentes parties intéressées.

Le fait que les textes réclament à cette époque une conservation de la vie biologique du milieu montre que le législateur avait, à ce moment, conscience des implications qu'auraient, pour le citoyen et la santé publique, la destruction des biotopes naturels.

III. LOI CADRE DU 16 DECEMBRE 1964

(Journal officiel du 18 décembre 1964)
Loi sur l'eau relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution
Confirmation de l'axe législatif de protection des eaux.

Cette loi énonce dans son article premier "les dispositions du présent titre ont pour objet la lutte contre la pollution des eaux et leur régénération, dans le but de satisfaire ou de concilier les exigences de:

- l'alimentation en eau potable des populations et de la santé publique ;
- de l'agriculture, de l'industrie, des transports et de toute autre activité humaine d'intérêt général ;
- de la vie biologique du milieu récepteur et spécialement de la faune piscicole ainsi que des loisirs, des sports nautiques et de la protection des sites ;
- de la conservation ou de l'écoulement des eaux.

Elle s'applique aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature, et plus généralement à tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des

eaux de surface en modifiant leurs caractères physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques qu'il s'agisse d'eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer, dans la limite des eaux territoriales.

Ce texte introduit un nouvel axe législatif : la défense du milieu naturel. Cette loi fait intervenir: le Conseil supérieur d'hygiène publique de France, le Conseil supérieur des établissements classés, la Mission déléguée de bassin, le Ministère chargé de la protection de la nature et de l'environnement, la Mission interministérielle de l'eau, le Comité interministériel d'action pour la nature et l'environnement.

1°- Articles concernant les établissements déversant leurs effluents.

a. Contraintes générales imposées lors de la construction des établissements.:

- description sur carte au 1/50 000 de l'emplacement sur lequel sont effectués les déversements, écoulements, jets, dépôts ou faits susceptibles d'altérer la qualité de l'eau ;

- indication de la nature et de l'importance des déversements, écoulements, jets, dépôts ou faits susceptibles d'altérer la qualité de l'eau. Les conditions d'évacuation et notamment la répartition dans le temps, les mesures proposées pour remédier à la pollution de l'eau ;

- indication des dispositions techniques des installations de déversement et de traitement proposés.

L'acte d'autorisation définit les conditions techniques que doivent respecter le déversement, l'écoulement, le jet, le dépôt ou le fait susceptible d'altérer la qualité de l'eau. Ces conditions tiennent compte notamment :

- des prescriptions techniques qui font suite à l'enquête hydraulique ;
- du degré de pollution des eaux réceptrices.

A l'expiration d'un délai fixé par l'acte autorisant le déversement, une visite de recolement est effectuée par le Service instructeur pour vérifier l'application des dispositions techniques. Un procès verbal de visite est rédigé et envoyé au pétitionnaire qui peut, dans le délai qui lui est notifié, adresser ses observations sur ledit procès verbal.

A la suite de cette visite, la réception est prononcée, ou bien le Service inspecteur propose au Préfet de mettre le pétitionnaire en demeure de prendre les mesures nécessaires dans un délai fixé pour que le déversement soit conforme à l'acte d'autorisation.
A l'issue de ce délai, une nouvelle visite est effectuée à la suite de laquelle le Service instructeur propose éventuellement la suspension de l'autorisation de rejet.

Il est procédé à des vérifications périodiques et, le cas échéant, à des vérifications inopinées comportant, si nécessaire, des mesures effectuées sur l'effluent, la prise d'échantillons de cet effluent et des eaux réceptrices, ainsi que leur analyse dans les conditions prescrites par la loi.

Les conditions sont très proches pour les eaux de mer. Pour les rejets vers les eaux souterraines à faible profondeur, le cas des abattoirs semble incompatible.

b. Article 9 - Personnes pouvant procéder au contrôle.

Agents de police judiciaire, fonctionnaires et agents assermentés à cet effet du Service des ponts et chaussées, Service du génie rural, Service des mines, Services extérieurs de la marine marchande, Instituts scientifiques et techniques de la pêche maritime, Eaux et forêts,

Services de la santé publique, les agents des Etablissements classés et les Douanes.

c. Inventaire des eaux superficielles.

L'article 3 impose, dans un délai de deux ans, l'inventaire de toutes les eaux superficielles : cours d'eau, lacs et étangs, appartenant ou non au domaine public avec établissement de fiches comportant leur degré de pollutions physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques.

Des décrets fixeront, d'une part les spécifications techniques et les critères physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques auxquels les cours d'eau, sections de cours d'cau, canaux, lacs ou étangs devront répondre, notamment pour les prises d'eau assurant l'alimentation des populations et, d'autre part, le délai dans lequel la qualité de chaque milieu récepteur devra être améliorée pour être ramenée à un niveau satisfaisant.

2°- Création d'organismes à l'échelle du bassin.

a. Comité de bassin.

Au niveau de chaque bassin ou groupement de bassins, il est créé un comité de bassin composé pour égales parts de :

- représentants des différentes catégories d'usagers et personnes compétentes ;
- représentants désignés par les collectivités locales ;
- représentants de l'Administration.

Cet organisme est consulté sur l'opportunité des travaux et aménagements d'intérêt commun envisagés dans la zone de sa compétence, sur les différends pouvant survenir entre les collectivités ou les groupements intéressés et plus généralement sur toutes les questions faisant l'objet de la présente loi.

b. Agence financière.

Il est créé,au niveau de chaque bassin ou groupement de bassins, une agence financière de bassin, établissement public administratif doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, chargée de faciliter les diverses actions d'intérêt commun au bassin ou au groupement de bassins.

Chaque agence est administrée par un conseil d'administration comprenant 50 % de représentants des administrations compétentes dans le domaine de l'eau et 50 % de représentants des collectivités locales et des usagers.

L'autofinancement est assuré par la perception de redevances sur des personnes publiques ou privées à partir d'un barême lié au kilo de DBO rejeté dans le milieu naturel.

L'agence attribue des subventions et des prêts aux personnes publiques et privées pour l'exécution de travaux d'intérêt commun au bassin ou au groupement de bassins.

c. Comité national.

Article 15 : Il est créé auprès du Premier ministre un comité national composé à parts égales :

- de représentants des différentes catégories d'usagers ;
- de représentants des conseils généraux et municipaux ;
- de représentants de l'Etat.

Ce comité a pour mission, d'une façon générale, de rassembler la documentation nécessaire et de formuler des avis sur toutes les questions faisant l'objet de la présente loi.

Ce texte, extrêmement important, constitue la base de la législa-

tion actuelle. Il comporte des données nouvelles :

- définition de niveaux de pollution à ne pas dépasser par région et variables avec celle-ci. Le niveau d'épuration imposé est donc conditionné par le résultat à obtenir;
- mise en place sérieuse d'organisations à l'échelle du bassin et d'organismes de conciliation.

Inconvénients de la loi :

- possibilité de voir le souci de conciliation dominer le souci d'efficacité ;
- pouvoirs énormes de l'agence financière.

En effet, les autres organismes ne sont que consultatifs. L'agence financière (seul organisme dont le conseil administratif soit à majorité absolue de fonctionnaires) peut, par le jeu des incitations financières, orienter les options de travail, mais aussi, imposer arbitrairement des choix techniques dans les projets. Car le soumissionnaire, à prix égal, finira toujours par proposer le projet qui lui assurera le plus de subventions. Ceci peut fausser, éventuellement, la recherche technique.

De plus, l'agence financière étant le seul organisme autofinancé, peut choisir ses axes d'étude éventuels alors que les autres organismes techniques sont bridés par des attributions de crédit souvent difficiles.

Enfin ce texte ne vaut que par ses décrets d'application qui peuvent, éventuellement, modifier l'esprit et la portée de la loi.

IV. CIRCULAIRE DU 7 JUILLET 1970

(Journal officiel du 7 août 1970 - pages 7 479 à 7 496)
Circulaire du Ministère de la santé publique et de la Sécurité sociale relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs.

La transmission, toujours possible, par voie hydrique, de maladies infectieuses et notamment de certaines affections cutanées (affections à virus) n'est pas la seule préoccupation qui se pose sur le plan sanitaire et il faut considérer aussi les répercussions que peuvent avoir les altérations biologiques, chimiques, toxiques, voire thermiques, subies par les milieux naturels.

L'autoépuration des rivières ne suffit pas à combattre, dans de nombreux cas, l'ensemble des pollutions qui, par la voie de l'altération des milieux récepteurs, détériore une part croissante des ressources en eau, à l'époque même où l'accroissement de la population et les mutations de l'économie, illustrée par l'extension de l'urbanisme et de l'industrie, exige des disponibilités toujours plus importantes en eau de bonne qualité.

Ainsi, les bases de l'édifice sanitaire s'élargissent-elles, de nos jours, pour englober tous les aspects qu'implique la protection des milieux récepteurs, tâche à long terme qu'il importe désormais d'entreprendre.

Ce texte réaffirme l'importance de l'assainissement collectif, la nécessité de regrouper les ouvrages afin de pouvoir réaliser des stations d'épuration de grande taille permettant une meilleure efficacité des traitements.

En ce qui concerne plus particulièrement les abattoirs, ce texte parle des risques de rejets microbiens dangereux et réclame des mesu-

res spéciales. Le texte rappelle également que l'apport de rejets à pollution organique de ce type peut améliorer le fonctionnement d'une station communale. Il recommande la séparation des réseaux. De plus, il établit des normes d'épuration nécessaires dans le cas de proximité d'ouvrages de prélèvement d'eau.

Ce texte, qui ne parle que fort peu des abattoirs, est intéressant car il aborde les dangers de contamination que peuvent présenter les abattoirs. A notre connaissance, il n'a jamais débouché sur une réalisation pratique.

V. DECRETS D'APPLICATION DE LA LOI DU 16 DECEMBRE 1964

Les mesures décrétées progressivement depuis cette date ont permis la mise en application progressive de la loi.

1°- Décret n° 73-218 du 23 février 1973.
(Journal officiel du 2 mars 1973).

Application des articles 2 et 6 de la loi 64 1245 du 16 décembre 1964.

Modification, réglementation, retrait d'autorisations de rejets.

Les autorisations sont modifiées ou retirées d'office sur propositions conjointes du Service directeur et :

- la Direction départementale de l'action sanitaire et sociale pour les ouvrages d'assainissement des collectivités locales et des établissements publics ou privés à caractère sanitaire ou social ;
- du service chargé de l'inspection des établissements classés dangereux, insalubres ou incommodes.

Les autorisations sont modifiées ou retirées de plein droit quand :

- l'importance ou la nocivité des rejets ne sont pas conformes aux données figurant sur les autorisations de déversement ;
- lorsqu'il existe un risque d'altérer la qualité des eaux ;
- quand l'autorisation a été donnée en vertu d'une autre réglementation, elle doit faire l'objet d'une autorisation dans le cadre de celle-ci (c'est-à-dire qu'elle doit être mise en conformité).

  Si les conditions sont bonnes, un arrêté confirme et régularise la situation. Sinon le Préfet notifie les modifications à apporter et les délais de mise en conformité.

  A l'expiration du délai, un arrêté préfectoral confirme l'autorisation et régularise sinon le Préfet notifie l'interdiction de poursuivre les déversements.

2°- Décret n° 75-177 du 12 mars 1975.
(Journal officiel du 23 mars 1975)

Régime et répartition des eaux et lutte contre la pollution.

Ce décret fixe les conditions dans lesquelles il doit être procédé au contrôle des caractères physiques, chimiques et biologiques des eaux réceptrices et des déversements. Contrôles opérés soit à l'occasion des visites et vérifications prévues par le décret du 23 février 1973, soit en vue de constater les infractions.

Les agents habilités agissant dans le cadre de leurs attributions peuvent, à cette fin, avoir librement accès aux installations d'où proviennent les déversements qu'ils sont chargés de contrôler.

Le contrôle des eaux réceptrices et des déversements comporte,

selon le cas, un examen des lieux, des mesures opérées sur place, des prélèvements d'échantillons et l'analyse de ces derniers.

Le contrôle des eaux réceptrices, lorsqu'il est opéré conjointement à celui des déversements, est opéré en deux points au moins, choisis l'un en amont, l'autre en aval du déversement.

Les opérations de contrôle donnent lieu à un procès-verbal.

Le responsable de l'installation contrôlée est invité à assister ou à se faire représenter aux opérations de contrôle. Il est invité à signer le procès-verbal en y ajoutant toutes les observations qu'il juge utiles. S'il refuse, mention en est faite au procès-verbal.

Tout prélèvement donne lieu à l'établissement d'échantillons en double exemplaire :

- le premier est envoyé à un laboratoire agréé par l'agent chargé du prélèvement ;
- le second est envoyé à un autre laboratoire agréé, choisi par le responsable de l'établissement. S'il refuse, c'est l'agent chargé des prélèvements qui choisit le laboratoire agréé.

Les analyses portent sur les caractères physiques, chimiques, biologiques et toute autre analyse dont on aura besoin.

3° - Arrêté du 13 mai 1975.
(Journal officiel du 18 mai 1975).

Conditions techniques auxquelles sont subordonnées les autorisations de déversement, écoulement, jets et dépôts.

a. Rejets dans les cours d'eau, canaux, lacs et étangs et dans la mer.

Sont définis : le flux maximal de pollution ;
le débit maximal ;
la qualité minimale de l'effluent.

. Le flux de pollution : sont fixés :

- le flux moyen qui ne peut être dépassé pendant plus de 2 heures consécutives ;
- le flux moyen qui ne peut être dépassé pendant 24 heures consécutives.

Les flux de pollution sont déterminés pour chacun des paramètres de qualité physique, chimique, biologique et bactériologique caractérisant le rejet considéré.

. Le débit :

- débit instantané maximum ;
- débit moyen sur 2 heures ;
- débit moyen sur 24 heures.

. La qualité de l'effluent (arrêté du 6 janvier 1977): dans le cas d'un effluent dont les caractéristiques avant épuration sont telles que le rapport soit :

$$\frac{DCO}{DBO_5} = \text{ou} < \text{à } 2,5 ;$$

$$DCO = \text{ou} < \text{à } 750 \text{ mg/l} ;$$

$$\left.\begin{matrix}\text{Azote organique} \\ \text{ou ammoniacal Kjeldal}\end{matrix}\right\} = \text{ou} < \text{à } 100 \text{ mg/l} ;$$

des niveaux de qualité d'effluent ont été fixés : niveaux correspondant aux résultats que procurent, pour ce type d'eau, des niveaux d'épuration de plus en plus élevés.

Pour chaque effluent, on choisira un niveau à exiger en fonction des conditions d'utilisation des eaux réceptrices, de leur degré de pollution et de leur aptitude à s'épurer naturellement (cf. tableau n° 15).

Signification des niveaux du tableau :

I = décantation simple dans le prétraitement d'une station d'épuration ;

Tableau n° 15 :

Caractéristiques des différents niveaux d'épuration

Niveau	Mat. décant. moy. /24 h	MES I. moy. /2 ou 24 h	DCO * en 2 h	DCO en 24 h	DBO_5 * en 2 h	DBO_5 en 24 h	Azote en 2 h	Azote en 24 h
I	10 % à effl. brut							
II		20 % à effl. brut en 24 h				50 % à effl. brut		
III		100 mg/l en 2 h	120 mg/l		40 mg/l			
IV		30 mg/l en 2 h	120 mg/l	90 mg/l	40 mg/l	30 mg/l	50 mg/l	40 mg/l **
V		30 mg/l en 2 h	120 mg/l	90 mg/l	30 mg/l	20 mg/l	10 mg/l	**
VI		20 mg/l en 2 h	80 mg/l	50 mg/l	20 mg/l	15 mg/l	7 mg/l	**

* Après filtration.

** Aucune odeur putride ou ammoniacale.

II. traitement d'épuration partiel faisant appel à des opérations physico-chimiques (ex : floculation) ;

III. traitement d'épuration partiel faisant appel à des opérations biologiques : lagunage simple non aéré ou aéré avec une installation sommaire ;

IV. traitement complet dans une station d'épuration (décantation, aération) ;

V. traitement complet comportant une nitrification partielle de l'ammoniaque ;

VI. traitement complet accompagné d'une épuration tertiaire.

. Les cas I et II ne peuvent être acceptés qu'à titre provisoire en lac ou en étang.

. Dans tous les cas, la température doit être inférieure ou égale à 30°C et le pH compris entre 5,5 et 8,5. Le pH 9 est autorisé en mer.

. Les rejets ne doivent pas provoquer une coloration visible du milieu récepteur.

. Aucune substance susceptible de causer la mort du poisson ne doit être décelable à 50 mètres en aval du point de rejet.

Dérogations :

Il est prévu de pouvoir exiger, pour un ou plusieurs paramètres, des normes plus sévères lorsque la vocation du milieu le justifie.

De même, il est prévu d'affecter des valeurs moins sévères à certains paramètres lorsque la vocation du milieu le permet. En effet, les besoins du milieu ne correspondent pas toujours au profil des niveaux de référence. De plus, un traitement complet n'arrive pas toujours à diminuer la valeur de chaque paramètre jusqu'au niveau de référence retenu. Si le rejet n'est plus toxique pour le milieu, et que la valeur obtenue est compatible avec les normes exigées pour le flux et le débit, il est possible d'autoriser le rejet.

b. Autres faits susceptibles d'altérer la qualité des eaux.

z Epandage.

L'arrêté autorisant l'épandage d'effluents sur le sol définit les conditions dans lesquelles celui-ci doit être pratiqué pour éviter la stagnation prolongée des effluents épandus, leur ruissellement, la contamination des eaux souterraines et superficielles.

L'arrêté fixe :

- la qualité minimum de l'effluent ;
- la superficie totale minimale sur laquelle est pratiqué l'épandage au cours d'une année ;
- la dose annuelle maximum et la durée minimale pendant laquelle elle est apportée ;
- les modes d'épandage.

z Enfouissement :

Les paramètres sont examinés cas par cas. Les autorisations précisent le débit maximum, le débit moyen en 2 heures, le débit moyen en 24 heures ainsi que la qualité des rejets.

c. Dispositions diverses.

z Le dispositif de rejet : exigences supplémentaires.

. Il doit être aménagé de manière à réduire au minimum les perturbations apportées par le déversement au milieu récepteur aux abords du point de rejet, compte tenu des utilisations de l'eau à proximité immédiate de celui-ci.

. Il doit être aisément accessible aux agents chargés du contrôle des déversements.

. Le dispositif de rejet doit être aménagé de manière à permettre l'exécution de prélèvements dans l'effluent ainsi que la mesure de son

débit dans de bonnes conditions de précision.
L'aménagement de regards dans les canalisations et la pose, sur celles ci, d'appareils permettant d'effectuer des mesures des débits et le cas échéant, d'enregistrer ces mesures, peuvent être notamment exigés.

4°- Arrêté du 13 mai 1975 (Journal officiel du 18 mai 1975).

Projets d'installations présentant de hauts risques.

Lorsque des projets d'installations présentant des hauts risques sont examinés, l'arrêté prévoit l'obligation, pour le Préfet, de consulter la mission déléguée de bassin, le Conseil supérieur d'hygiène de France et, parfois, le Conseil supérieur des établissements classés préalablement à toute décision.

5°- Circulaire du 14 janvier 1977 (Journal officiel du 9 mars 1977).

Circulaire relative à l'autorisation des déversements, écoulements, jets, dépôts et autres faits susceptibles d'altérer la qualité des eaux superficielles, souterraines et de la mer dans les limites des eaux territoriales.

Conditions techniques auxquelles sont subordonnées les autorisations de rejet.

Les limites assignées au flux de pollution doivent permettre de respecter l'objectif de qualité du milieu récepteur. La concentration de celui-ci en matières polluantes étant fonction des flux qui y sont déversés.

Les prescriptions, concernant le débit, doivent permettre de limiter la perturbation physique du milieu récepteur, tandis que celles relatives à la qualité des effluents visent à prévenir une altération trop brutale des eaux réceptrices au voisinage du point de rejet.

Enfin, les installations doivent permettre une mise en œuvre facile des opérations de contrôle du flux et de la qualité du rejet.

1/ Les flux maximum (en 2 heures ou en 24 heures) sont consignés sur l'acte d'autorisation. La limite est définie, compte tenu, notamment, des usages du milieu récepteur, pour chacun des paramètres caractérisant l'effluent rejeté.

Le flux maximal de la pollution sera ainsi déterminé :

- définition de la vocation du milieu récepteur dans la zone susceptible d'être affectée par le rejet (alimentation des populations, baignades, vie piscicole, irrigation, pêches maritimes...) ;

- évolution de la qualité actuelle du milieu récepteur ;

- définition de l'objectif de qualité du milieu récepteur. Cette opération doit aboutir à l'établissement d'une liste de paramètres affectés de valeurs limites ;

- mise en évidence de la capacité d'acceptation du milieu récepteur, c'est-à-dire du supplément de concentration qu'il peut tolérer tout en restant apte à satisfaire les usages qui lui sont assignés. Cette capacité d'acceptation est égale, pour un paramètre de qualité donné, à la différence entre la valeur limite et la valeur actuelle ;

- expression de la capacité d'acceptation en flux de pollution :

  . dans le cas d'un cours d'eau ou d'un canal, elle sera égale au produit de la capacité d'acceptation exprimée en supplément de concentration, par le débit du milieu récepteur dans la zone d'utilisation ;

  . dans le cas d'un lac, d'un étang ou de la mer, elle sera calculée à partir de la capacité d'acceptation exprimée en supplément de concentration et du pouvoir de dilution du milieu récepteur déterminé cas par cas ;

- définition d'une réserve tenant compte des plans et projets d'aménagement urbains, agricoles et industriels ;

- détermination du flux moyen de pollution qui ne peut être dépassé pendant aucune période de 24 heures consécutives. Le flux moyen maximal autorisé sera tel que, compte tenu du pouvoir autoépurateur du milieu, la quantité de pollution supplémentaire apportée à celui-ci au point d'utilisation soit, au plus, égale à la différence entre la capacité d'acceptation exprimée en flux et la capacité mise en réserve ;

- détermination du flux moyen de pollution qui ne peut être dépassé pendant aucune période de plus de 2 heures consécutives. Le flux moyen autorisé sera tel que, compte tenu du pouvoir autoépurateur du milieu, la quantité de pollution supplémentaire apportée à celui-ci au point d'utilisation, soit au plus égale à la capacité d'acceptation exprimée en flux.

2/ L'arrêté pourra prévoir une modulation suivant la période de l'année, compte tenu de la variation des usages de l'eau au cours de l'année ou des variations du débit du cours d'eau récepteur éventuel.

Dans le cas où la capacité d'acceptation se trouverait être nulle ou négative, il conviendra de ne délivrer d'autorisation nouvelle que si les autorisations précédentes sont révisées dans un délai déterminé, de manière à rendre à cette capacité une valeur suffisante.

Il convient de noter, d'autre part, que l'objectif de qualité ne constitue pas une déclaration de bonnes intentions, mais la base technique sur laquelle doivent reposer les prescriptions imposées aux auteurs de déversements. Ceci implique notamment que l'objectif de qualité soit clairement révisé s'il n'apparaît pas possible de le respecter.

Débit maximal autorisé : il est déterminé cas par cas de manière que soit réduite au strict minimum la perturbation apportée à l'état originel du milieu récepteur. Afin de faciliter le respect et le contrôle, des dispositions concernant le débit, on veillera à ce que le dispositif de rejet soit dimensionné en fonction du débit maximal instantané autorisé.

Qualité minimale de l'effluent : non modifié par rapport à l'arrêté du 13 mai 1975.

VI. LOI DU 19 JUILLET 1976, N° 76 663.

Loi relative aux installations classées pour la protection de l'environnement et décrets d'application.

1° - Loi du 19 juillet 1976.

Ce texte abroge et remplace la loi du 19 décembre 1917 relative aux établissements classés incommodes, dangereux ou insalubres.

- Nouvelle définition de l'établissement classé : article 1.

Sont soumis aux dispositions de la présente loi, les usines, ateliers, dépôts, chantiers, carrières et d'une manière générale les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publique, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments.

Les installations visées à l'article 1° sont définies dans une nomenclature (celle de 1917 complétée et modifiée) établie en décret par le Conseil d'Etat.

Ce décret soumet les installations à autorisation ou à déclaration

suivant la gravité des dangers ou des inconvénients que peut présenter leur exploitation.
L'autorisation ne peut être accordée que si ces dangers ou ces inconvénients peuvent être prévenus par des mesures que spécifie l'arrêté préfectoral.

- La délivrance de l'autorisation, pour ces installations, peut être subordonnée à leur éloignement des habitations, des établissements recevant du public, des cours d'eau, des voies de communication, des stations de captage d'eau, etc...

Sont soumises à déclaration les installations qui, ne présentant pas de tels dangers ou inconvénients, doivent néanmoins respecter les prescriptions générales édictées par le Préfet en vue d'assurer, dans le département, la protection des intérêts visés à l'article 1°.

- Dispositions applicables aux installations soumises à autorisation.

L'autorisation est accordée par le Préfet après enquête publique relative aux incidences éventuelles du projet sur les intérêts mentionnés à l'article 1° et après avis des conseils municipaux intéressés et du Conseil départemental d'hygiène.

Elle est accordée par le Ministre chargé des installations classées après avis du Conseil supérieur des installations classées dans le cas où les risques peuvent concerner plusieurs départements ou régions.

- Dispositions applicables aux installations soumises à déclaration.

Toutes prescriptions spéciales peuvent être prises par arrêté préfectoral après avis de la Commission d'hygiène départementale si les intérêts de l'article 1° ne sont pas garantis.

Des arrêtés préfectoraux peuvent fixer les conditions dans lesquelles les prescriptions générales peuvent être adaptées aux circonstances locales.

- Dispositions applicables à toutes les installations classées.

Contestations des arrêtés préfectoraux.

Elles peuvent être déférées à la juridiction administrative par :

- les demandeurs ou les exploitants dans un délai de 2 mois à partir du moment où la décision a été prise ;
- les tiers dans un délai de 4 ans.

Inspections.

Elles peuvent être effectuées à tout moment par des inspecteurs des établissements classés liés par le secret professionnel.

Suppression.

Un décret du Conseil d'Etat, pris après avis du Conseil supérieur des installations classées, peut ordonner la suppression de toute installation, figurant ou non à la nomenclature, qui présente, pour les intérêts mentionnés à l'article 1°, des dangers ou des inconvénients tels que les mesures prévues par la présente loi ne puissent les faire disparaître.

Dispositions financières.

Une taxe unique est perçue, lors de la déclaration (1 000 francs) ou de l'autorisation (3 000 francs).

Une pénalité dont le taux est fixé au double de la taxe est appliquée si l'exploitant ne fournit pas les renseignements demandés ou fournit des renseignements inexacts.

Sanctions pénales.

Quiconque exploite une installation sans l'autorisation requise sera puni d'une amende de 2 000 à 20 000 francs.

En cas de récidive, la sanction prévue est une amende de 20 000 à 500 000 francs et une peine d'emprisonnement de 2 à 6 mois ou de l'une de ces deux peines.

Le tribunal peut fixer les délais dans lesquels la mise en conformité doit être effectuée, il peut interdire l'utilisation des installations jusqu'à l'achèvement des travaux, il peut, en outre, ordonner que ces derniers soient exécutés d'office aux frais du condamné.

Quiconque met obstacle à l'exercice des fonctions des personnes chargées de l'inspection sera puni d'une peine d'emprisonnement de 10 jours à 3 mois et d'une peine d'amende de 2 000 à 50 000 francs ou de l'une de ces deux peines.

Sanctions administratives.

Indépendamment des poursuites pénales, le Préfet peut :

- faire procéder d'office, aux frais de l'exploitant, à l'exécution des mesures présentes ;
- obliger l'exploitant à consigner, entre les mains d'un comptable public, une somme répondant du montant des travaux à réaliser.

Dispositions diverses.

Lorsque l'exploitation d'une installation non incluse dans la nomenclature des installations classées présente des dangers ou des inconvénients graves pour les intérêts visés à l'article 1°, le Préfet peut mettre l'exploitant en demeure de prendre les mesures nécessaires pour remédier à cet état de fait.

2°- Décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977.

Décret pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Le décret mentionne les pièces qui doivent composer un dossier de demande d'autorisation ou un dossier de déclaration, les étapes que suit le dossier, puis d'une manière générale les droits et devoirs réciproques du demandeur et de l'Etat.

Les formalités sont proches de celles qui avaient cours dans le passé, mais la composition du dossier montre des exigences supplémentaires : le demandeur doit indiquer les procédés de fabrication, les matières qu'il utilisera, les produits qu'il fabriquera.

Des mesures sont prises pour éviter la divulgation des secrets de fabrication.

L'examen du dossier est également plus complet.

Une étude d'impact indiquera les éléments propres à caractériser la situation existante au regard des intérêts visés à l'article 1° de la loi du 19 juillet 1976 et fera ressortir les effets prévisibles de l'installation sur son environnement, au regard de ces intérêts.

L'étude détaillera en outre l'origine, la nature et l'importance des inconvénients susceptibles de résulter de l'exploitation de l'installation considérée. A cette fin, elle indiquera notamment en tant que de besoin, le niveau acoustique des appareils qui seront employés, le mode et les conditions d'approvisionnement en eau et d'utilisation de l'eau, les dispositions prévues pour la protection des eaux souterraines, l'épuration et l'évacuation des eaux résiduaires.

Les mesures envisagées par le demandeur pour supprimer,

limiter. ou compenser les inconvénients de l'installation feront l'objet de descriptifs précisant les dispositions d'aménagement et d'exploitation prévues, leurs caractéristiques détaillées ainsi que les performances attendues.

D'une manière générale, l'enquête étudiera tous les risques que l'installation peut créer ou subir et les mesures propres à les supprimer.

L'article 5 expose les modalités de l'enquête de commodo et incommodo. Celles-ci ont peu changé dans les nouveaux textes.

L'enquête dure un mois. A l'intérieur du périmètre d'affichage, les observations sont enregistrées en Mairie.

Le Préfet communique, pour avis, un exemplaire aux Services départementaux de l'équipement, de l'agriculture, de l'action sanitaire et sociale, de la sécurité civile et, s'il y a lieu, au Service de l'inspection du travail, aux Services chargés de la police des eaux, à l'Architecte des bâtiments de France et à tous autres Services.

Après clôture de l'enquête, les observations sont communiquées au demandeur qui dispose d'un délai de 22 jours pour présenter un mémoire en réponse.

Le projet d'arrêté est porté, par le Préfet, à la connaissance du demandeur, auquel un délai de 15 jours est accordé pour présenter ses observations au Préfet.

Toute modification apportée par le demandeur à l'installation, à son mode d'utilisation ou à son voisinage, et de nature à entraîner un changement notable des éléments du dossier de demande d'autorisation doit être porté, avant sa réalisation, à la connaissance du Préfet avec tous les éléments d'appréciation. Le Préfet peut alors inviter l'exploi-

tant à déposer une nouvelle demande d'autorisation.

Mesures générales.

Lorsqu'une installation cesse l'activité au titre de laquelle elle était autorisée ou déclarée, l'exploitant doit remettre le site de l'installation dans un état tel qu'il ne s'y manifeste aucun des dangers ou inconvénients mentionnés à l'article 1° de la loi du 19 juillet 1976.

En ce qui concerne les abattoirs, une seule particularité est mentionnée qui est commune à toutes les installations d'origine agricole : la désignation des inspecteurs chargés de l'inspection des installations comprises dans une exploitation agricole, ainsi que des élevages, abattoirs et équarrissages est faite sur proposition du Directeur départemental de l'agriculture.

3°- Décret n° 77-1134 du 21 septembre 1977.

Décret pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Ce décret précise la liste des établissements sujets à autorisation ou a déclaration. Les abattoirs sont toujours soumis à autorisation.

4°- Commentaires sur la loi de 1976 et ses arrêtés.

Cette loi confirme l'évolution de la législation depuis 1917 et vient se juxtaposer à la loi de 1964 pour former un ensemble cohérent. En effet, la loi de 1964 établit les normes auxquelles les rejets doivent satisfaire pour limiter la pollution des eaux et elle crée des organismes d'étude, de conciliation et de contrôle à l'échelle du bassin. La

loi de 1976 fixe des modalités administratives permettant d'obliger les établissements qui se créent, puis à terme les autres, à prévoir dès les projets de construction, les dispositifs permettant de satisfaire aux normes.

Cette disposition est importante car elle amène à intégrer la donnée "limitation de nuisance" au cahier des charges de la création industrielle. Pour ce faire, les intérêts protégés par la loi sont élargis au maximum. L'imprécision du terme "environnement" est alors fort pratique car on peut l'appliquer à peu près à tout. La protection des monuments et des sites est ajoutée car cela permet de faire entrer dans le tronc commun une législation jusque là particulière.

Cette assise large de la loi dont l'exécution est confiée au Préfet qui représente l'autorité centrale, ou à un organisme de bassin, montre un renforcement de l'autorité centrale aux dépens du département qui ne possède que des organes consultatifs. Il est rare que le Préfet prenne directement parti contre l'avis des conseils départementaux d'hygiène, mais il peut peser sur les avis formulés par les fonctionnaires des services techniques.

L'efficacité du texte est augmentée par le fait que la liste des établissements inscrits n'est pas considérée comme exhaustive. Le Préfet peut imposer des mesures si les inconvénients présentés par un établissement lui semblent le nécessiter, même en l'absence d'inscription.

La séparation en deux classes des établissements soumis à autorisation disparaît ; le fait que les enquêtes et les prescriptions deviennent particulières à chaque établissement rend cette séparation inutile.

On peut regretter que l'intitulé de la loi vise plus à l'effet qu'à l'exactitude car les termes en sont impropres. Il permet de supprimer les adjectifs infamants (dangereux, incommodes, insalubres) qui qualifiaient les établissements classés, au profit d'une appellation présentant des séductions de circonstance.

Ce nouvel intitulé est très incomplet puisqu'il ne fait apparaître qu'une partie des intérêts protégés et pas du tout le droit des tiers qui en demeure le fondement.

VII. EVOLUTION ACTUELLE DES TEXTES CONCERNANT LES NORMES TOLERABLES DES REJETS (Décrets d'application de la loi du 16 décembre 1964)

Les décrets définissant les normes de rejets sont abrogés mais non encore remplacés. On peut cependant, compte tenu de l'évolution récente des textes, de la volonté affirmée par la législation d'intégrer les directives communautaires à nos lois et de la poursuite des travaux en cours, définir ce que sera la nouvelle forme de la législation. :

- l'évolution des textes depuis 1917 a constamment été de substituer à des textes vagues de portée générale, des textes de plus en plus précis comprenant des instructions différentes selon les lieux, en fonction de critères basés sur une étude de la pollution ;

- les directives communautaires conduisent à affecter à chaque milieu une vocation dépendant de son état actuel, des projets économiques de la région, des frais à engager pour maintenir ou améliorer la qualité des eaux. A chaque cas sont affectées des normes de qualité à recher-

cher ou à maintenir ;

- les travaux entrepris depuis 1964 ont abouti à dresser la carte de la qualité des eaux sur le territoire national et à suivre son évolution ;

- actuellement, des commissions définissent au niveau de chaque bassin, en fonction des critères nationaux et locaux (urbanisation, industrialisation, besoins en eau...) des objectifs de qualité et des schémas d'aménagement des cours d'eau ;

- dans l'avenir, ces travaux débouchent sur une définition de la qualité exigée pour l'eau en chaque point du territoire et les exigences vis à vis de l'épuration en découleront. Des comités de conciliation devront coordonner les efforts et répartir les obligations entre les divers pollueurs.

Inconvénients :

- un objectif de qualité est un but à atteindre et non un seuil minimum à ne pas franchir. On risque donc de se contenter de résultats proches des objectifs mais inférieurs ;

- les objectifs prévus sont fixés très bas : la survie des cyprinidés, qui avait jusqu'à présent été considérée comme un minimum tolérable de qualité des eaux, est maintenant présentée comme le témoignage d'une épuration déjà satisfaisante, et les objectifs les plus bas n'exigent pas cette survie.

Ceci est une erreur considérable car la survie des cyprinidés est un excellent indicateur de la pollution au-delà de laquelle (mésosa-

probie ∝) le rendement d'autoépuration diminue. Tolérer une pollution supérieure signifie diminuer la quantité de polluants que le cours d'eau est capable d'absorber.

On peut considérer que l'évolution de la législation sur près de 75 ans traduit la volonté continue de l'Etat d'acquérir la possibilité de contrôler la création des établissements présentant des inconvénients ou des dangers. Pour ce faire, il a cherché à maîtriser les paramètres permettant de mieux estimer la pollution afin d'augmenter l'efficacité des mesures qu'il prend.

Une volonté tout aussi continue se manifeste d'acquérir le pouvoir, d'imposer la réalisation de projets jugés prioritaires. Les anciens textes indiquaient à cet effet des possibilités de dérogations aux mesures générales. De telles dérogations sont devenues inutiles dans la mesure où la pollution autorisable est considérée comme un tout à partager entre plusieurs parties. Le jeu de la répartition peut être orienté par l'exécutif.

Ce pouvoir immense que possède maintenant l'Etat lui confère une responsabilité difficile à assumer. La bonne application des textes fera, plus qu'avant, appel à l'initiative et à la responsabilité des hommes qui le servent.

-:-:-:-:-

Troisième partie

EQUIPEMENTS ET TECHNIQUES PERMETTANT DE DIMINUER LA POLLUTION DES ABATTOIRS

-:-:-:-

La quantité et la qualité des rejets doivent être adaptées aux données locales du milieu récepteur puisque l'inverse n'est pas possible. Dans ce but, un certain nombre d'équipements doivent être installés, des options techniques doivent être choisies, des dimensionnements doivent être calculés, qui dépendent à chaque fois du type d'activité de l'abattoir, de son importance et des données locales du milieu récepteur ainsi que de l'usage auquel ce milieu est destiné.

I. CARACTERISTIQUES DU FONCTIONNEMENT DES ABATTOIRS DIMENSIONNEMENT.

A. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT.

Un abattoir est habituellement défini par un certain nombre de données relatives à son activité, dont le tonnage annuel de carcasses préparées, les différentes espèces abattues dans l'établissement, les activités complémentaires.

Tonnage moyen annuel : il représente le volume moyen de l'activité réelle de l'abattoir.

Capacité : c'est la masse totale de viande, en tonnes, par an, que peut traiter l'abattoir compte tenu de ses installations.

En effet, l'activité peut varier dans la journée (ex : abattage le matin) surtout dans les petits abattoirs. Dans ce cas, la nature des effluents varie au cours de la journée.
L'activité varie dans la semaine car, dans les petits abattoirs, le travail peut être limité à deux jours par semaine. De plus, les arrivages ne sont pas constants.
L'activité varie dans l'année car les abattages varient en fonction des

saisons.

Cette irrégularité du fonctionnement amène à définir la notion de jour de pointe : tonnage traité dans l'abattoir un jour d'activité maximum.

Le degré d'utilisation des abattoirs varie en fonction de leur importance (cf. tableau n° 16). Sur ce tableau :

$$A = \frac{\text{tonnage annuel}}{\text{tonnage d'un jour de pointe}}$$

B = nombre de jours de travail par an.

Il permet de constater une croissance du nombre de jours de travail au fur et à mesure que l'importance de l'établissement augmente. Il permet également de constater l'intense activité des abattoirs agréés pour l'exportation.

Les rapports A indiquent le nombre de journées de travail nécessaires pour réaliser le tonnage annuel, si l'activité est celle d'un jour de pointe.

Le rapport B/A exprime la production d'un jour de pointe par rapport à celle d'une journée moyenne. Il varie de 1,04 à 3,75.

Ceci nous permet de constater que :

- les petits abattoirs travaillent peu de jours, mais d'une manière assez constante car le rapport A/B varie de 1,04 à 1,81 ;
- les abattoirs moyens travaillent plus souvent mais ils ont une activité variable : le rapport varie de 1,35 à 3,75 ;
- les grands abattoirs et les abattoirs agréés travaillent souvent et intensément. Le rapport A/B varie de 1,51 à 1,86.

Tableau n° 16 :

Etude, mai 1979, sur le degré d'utilisation des abattoirs de lapins et volailles

Classes en milliers d'animaux abattus par an.

Classe		25 à 50	50 à 150	150 à 250	250 à 750	750 à 2 500	Plus de 2 500	Ensemble
Agréés	A	-	-	225	145	129	183	168
Export.	B	-	-	265	244	253	269	260
Immatriculés	A	96	57	68	121	147	140	131
Non agréés	B	100	187	255	244	245	261	237
Non	A	53	93	146	124	156	-	118
Immatriculés	B	96	166	197	251	256	-	157
Ensemble	A	54	89	121	124	142	177	145
	B	96	165	205	249	252	267	176

Ceci nous amène à constater que, lors du calcul de dimensionnement d'un abattoir, le rapport capacité sur tonnage annuel prévu n'est pas constant. Il est à déterminer en fonction de la classe de l'abattoir et des conditions locales.

B. METHODE DE CALCUL DE DIMENSIONNEMENT D'UN ABATTOIR.

L'installation d'un nouvel abattoir, ou la mise en conformité d'un abattoir préexistant, représentent une charge financière lourde qu'il est nécessaire d'optimiser. La dépense réalisée correspond à l'installation d'un établissement présentant une capacité annuelle ou journalière donnée. Le but des calculs de dimensionnement est donc l'estimation de la capacité d'installation nécessaire.

Le sujet a été traité complètement par Patrick GOHE (Thèse vétérinaire, Lyon 1979 : Contribution à l'étude du projet de mise en conformité de l'abattoir de Langogne). Nous relevons les passages de cet ouvrage qui peuvent nous être le plus utiles dans le cadre de l'étude des installations d'épuration.

1°- Critères de choix des options techniques.

a. Pour l'abattoir, ce sont :

- l'étude du tonnage annuel moyen. Elle est très insuffisante mais donne une indication sur l'évolution de l'activité dans la région ;

- l'étude de la moyenne du nombre d'animaux abattus par catégorie d'abattage. Elle affine les données de la précédente et permet de déterminer la catégorie de l'abattoir ;

- la prévision de l'évolution dans le temps de l'activité de l'abattoir. Elle est liée à de nombreux facteurs :

. données économiques et rurales de la région ;

. prévisions concernant l'évolution de la population dépendant de l'abattoir ;

. prévisions concernant la structure dans l'avenir du marché de la viande.

L'étude de ces données permet un choix d'options techniques et des prévisions quant au rythme de travail et aux besoins en matériel et en personnel.

b. Pour le traitement des eaux usées à l'intérieur des abattoirs, ce sont :

- le coût d'épuration tolérable pour arriver à la qualité requise. En effet, la construction d'une station complète à fonctionnement continu pour un petit abattoir, travaillant deux jours par semaine, serait un non-sens économique et technique ;

- les caractéristiques de l'abattoir (et surtout la périodicité de fonctionnement) ;

- les caractéristiques du milieu récepteur (surface d'épandage, débit du cours d'eau et pollution préalable, existence d'un circuit d'égout et d'une station urbaine).

2° - Calcul de dimensionnement des installations.

a. Pour l'équipement d'abattage.

GOHE montre que pour un abattoir polyvalent, on peut constater l'existence de mois de pointe dans l'année et de jours de pointe dans le mois. Exemple Langogne :

- juillet + août représentent 21,3 % de l'activité annuelle pour 17 % de la durée ;

- le tonnage d'un jour de pointe représente 7,78 % du tonnage mensuel.

b. Pour l'équipement d'épuration.

Dans le cas de rejet dans un cours d'eau, il convient de tenir compte des variations saisonnières et, en particulier, des conditions particulières imposées par l'étiage d'été : température élevée et faible débit.

La contrainte majeure étant le coût des installations, il convient de limiter leur importance et donc de rejeter le moins possible. C'est dans ce sens que doivent porter les efforts.

II. EQUIPEMENT DE LA CHAINE D'ABATTAGE.

Le plus sûr et le plus économique de tous les moyens d'épuration de l'eau, c'est de rejeter le moins possible. En effet, plus il y a de volume de rejet, plus les équipements voient croître leur prix, plus les rejets sont pollués, plus leur traitement est complexe donc cher. Retenir les déchets au départ est, de plus, avantageux car certains d'entre eux sont utilisables et leur vente peut éventuellement rembourser le coût de leur récupération.

Cette économie et cette récupération doivent être envisagées à tous les postes de l'abattoir.

1°- Les aires à fumier.

La récupération du fumier est un fait courant mais des équipements permettent d'en tirer un meilleur parti :

- aire étanche en béton, munie d'un réseau de collecte en tuyaux de grès ;
- taille suffisante en fonction :
  . du volume de production quotidien ;

. de la hauteur de stockage ;
. de la fréquence des enlèvements ;

- couverture évitant la dilution par les eaux de pluie.

En effet, l'eau de dilution et d'égouttage des fumiers s'écoule dans la fosse à purin. Si la fumière est exposée à la pluie, le purin dilué est inutilisable et la fosse déborde en permanence.

Equipement actuel des abattoirs :

- 36 % des aires ne sont pas munies de réseau de collecte ;
- 88 % des aires ne sont pas couvertes ;
- la fréquence d'enlèvement est de deux fois par an.

Destination actuelle du fumier : il est en général, récupéré et épandu sur le sol comme engrais.
Le fumier est déjà considéré comme un sous-produit et même apprécié.

L'équipement des fumières permettrait d'obtenir un produit de meilleure qualité ainsi que des purins utilisables.

2° - Le purin qui s'écoule des aires de stabulation et des fumières.

Il peut être récupéré moyennant quelques équipements :

- sol étanche pour le local de stabulation ;
- système efficace de récupération du purin : caniveaux ou réseau de collecte ;
- fosse à purin étanche de dimensions suffisantes pour éviter un débordement entre deux vidanges et conçue pour que celles-ci soient aisées.

Les dimensions de la cuve sont calculées par : production journalière x nombre théorique de jours entre deux vidanges + coefficient de sécurité tenant compte des aléas possibles ou d'une augmentation prévue de la capacité de l'abattoir.

La fosse sert, soit pour le stockage du purin en attendant l'enlè-

vement par des agriculteurs, soit de bac tampon régularisateur, avec décantation sommaire, avant rejet vers la station.

Peu d'abattoirs possèdent une fosse : 14 % en 1974. 68 % des abattoirs sont exploités avec litière, celle-ci étant censée absorber le purin, mais 17,5 % des abattoirs n'ont ni litière ni fosse à purin. De plus, l'eau d'égouttage des fumiers est prise en compte dans le purin et les abattoirs exploités sur litière ne sont donc pas dispensés de l'équipement.

Destination du purin récupéré :

- rejet dans le milieu naturel ..... 29,0 %
- rejet dans l'égout communal ..... 47,5 %
- épandage sur champ ..... 14,0 %
- rejet dans une station d'épuration propre à l'abattoir ..... 9,5 %

3°- Le sang du poste de saignée.

Le poste de saignée est souvent celui qui est le plus incriminé dans la pollution par les abattoirs, pourtant la récupération du sang est possible.

a. Equipements nécessaires à la récupération du sang.

. Le bac à saignée doit être d'une longueur suffisante pour permettre une récupération correcte et éviter que le sang ne s'écoule sur le sol. Cette longueur est variable avec l'espèce et le débit de la chaîne. Le pourcentage de récupération prévu doit être de 90 %. Dans ce cas, le temps de saignée + l'égouttage et l'encombrement sont de :

	Temps de saignée + égouttage	Encombrement d'un animal
grands bovins : ...	12,0 mn = 1/5 h	1,25 m
veaux :	5,0 mn = 1/12 h	1,00 m
moutons :	2,5 mn = 1/24 h	0,75 m
porcs :	1,0 mn = 1/60 h	1,00 m

Si on appelle "Q" le débit de la file (nombre de bêtes par heure) ;
"t" le temps de saignée ;
"e" l'encombrement d'un animal ;

la longueur pratique du bac en mètres sera :

$$L = Q \times t \times e + 1$$

Le mètre rapporté correspond à l'emplacement où est effectuée la saignée. D'où une relation pratique pour chaque espèce :

grands bovins	$L_1 = 0,25\,Q + 1$
veaux	$L_2 = 0,08\,Q + 1$
moutons	$L_3 = 0,03\,Q + 1$
porcs	$L_4 = 0,05\,Q + 1$

Le bac doit permettre un nettoyage facile et rapide (bac en béton carrelé). Il doit être suffisamment large. Il doit être muni de deux bondes : une communiquant avec une citerne à sang, l'autre avec le circuit des eaux usées pour évacuer les eaux de lavage.
Lorsque cela sera possible, le bac sera muni de batteurs pour empêcher la formation de caillots susceptibles de boucher les canalisations.

Le bord du bac doit être surélevé par rapport au sol, pour éviter la dilution du sang par les eaux de lavage des locaux.

Tableau n° 17 :

Estimation de la quantité de sang produit dans les abattoirs et devenir du sang

En m^3 / Abattoirs	Production		Rejet dans le milieu extérieur		
	Volume	% du volume total	Volume	% du volume total	% du volume rejeté dans le milieu ext.
Abattoirs agréés pour l'exportation	16 100	52,0 %	1 771	11,0 %	37,2 %
Abattoirs immatriculés	6 500	21,0 %	1 040	16,0 %	21,8 %
Abattoirs non immatriculés	8 500	27,0 %	1 955	23,0 %	41,0 %
Total	31 100	100,0 %	4766	15,3 %	100,0 %

. Citerne de récupération du sang : la citerne doit être de capacité suffisante pour permettre le stockage du sang produit entre deux vidanges plus une marge de sécurité.
Elle doit permettre la visite et posséder un revêtement interne anticorrosion permettant un nettoyage rapide et complet. Deux bondes sont nécessaires : une vers le bac de saignée et l'autre permettant une vidange facile ainsi que l'écoulement des eaux de lavage.

b. Equipement actuel des abattoirs.

. Bacs à saignée : la plupart des abattoirs en possèdent mais de dimensions généralement insuffisantes.
Dans les abattoirs de volailles, 77 % des établissements sont correctement équipés, mais les grands abattoirs ont souvent vu leur capacité augmentée par accélération de la chaîne, ce qui rend le bac insuffisant.

. Citernes à sang - Mammifères : en 1974, 22,6 % des abattoirs possédaient une citerne à sang. De plus, la capacité des citernes correspondait, en moyenne, à moins d'une journée de fonctionnement des abattoirs. Il semble que les chiffres n'ont pas sensiblement changé depuis.

La collecte du sang de porc n'est effectuée que dans 28 % des abattoirs mais ce chiffre n'est pas significatif. En effet, les petits abattoirs pratiquent une collecte artisanale.

- Volailles : en 1979, 26 % des abattoirs étaient équipés d'une citerne à sang, le taux augmentant avec la taille de l'établissement. Ce chiffre n'est pas non plus significatif car, en raison du faible volume de sang traité, les petits abattoirs n'ont manifestement pas besoin d'une telle citerne.

c. Destination du sang récupéré dans les abattoirs (cf. tableau n° 18).

Tableau n° 18 :

Destination du sang récupéré dans les abattoirs

	Mammifères	Oiseaux
Epandage	6,25 %	1 %
Récupération par l'équarrisseur	21,10 %	72 %
Traitement dans l'abattoir	7,29 %	14 %
Autres	65,36 %	12 %
Tamisage sur plumes	-	1 %

Dans ce tableau, l'appellation "autres" représente le rejet dans le milieu naturel ou dans les égouts.

On considère que la récupération moyenne du sang s'élève à 31 % et que le sang rejeté représente 57 % de la pollution totale produite par les abattoirs.

d. Utilisation possible du sang récupéré.

L'utilisation principale est actuellement l'alimentation du bétail et des animaux domestiques. Elle est suivie de l'alimentation humaine, soit directe (boudins), soit indirecte sous forme de sang frais ou séché, de plasma frais congelé ou séché, de protéines globulaires. Ces produits sont utilisés comme liants en charcuterie industrielle et en biscuiterie.

Le sang est également utilisé en pharmacie (opothérapie), en cosmétologie, comme engrais, en œnologie ("collage" des vins), dans

la fabrication de bétons cellulaires de haute qualité.

Son adjonction dans des milieux de culture peut être étudiée pour des cultures bactériennes industrielles. Ce secteur est en plein développement.

On estime actuellement la quantité de sang récupérée chaque année à environ 80 000 t. La quantité de protéines que la non récupération du sang fait perdre est estimée à plus de 20 000 t.

4°- Produits résultant de l'échaudage des porcs ou des volailles.

L'eau des bacs d'échaudage est renouvelée régulièrement afin de conserver un état bactériologique correct des carcasses.

La charge polluante résulte essentiellement de la présence de graisses, mais on y trouve aussi des traces de sang, de soies ou de plumes.

Dans le cas des volailles, une technique d'échaudage par aspersion est utilisée dans 1 % des cas. Bien que bactériologiquement satisfaisante, cette technique est peu utilisée car contraignante pour sa mise en œuvre.

Matériel à réaliser : clarificateur mécanique et dégraisseur. Ce matériel, peu coûteux, rend la charge presque négligeable.

Equipement actuel : extrêmement réduit.

5°- Résidus provenant du plumage des volailles.

La collecte et le transport des plumes peuvent être à l'origine d'une pollution.

a. Equipements de collecte et transport.

Collecte directe sous les plumeuses : pratiquée dans 76 % des cas, c'est la solution des abattoirs de petit format. Elle cause une pollution insignifiante.

Transporteur mécanique : c'est une solution très séduisante car peu polluante et ne consommant pas d'eau. En revanche, ses possibilités d'application sont réduites car les tapis roulants ne peuvent pas suivre un chemin tortueux. Les plans de l'abattoir doivent présenter une certaine simplicité. C'est pourquoi on ne la rencontre que dans quelques abattoirs d'importance moyenne.
Les tapis roulants doivent, de plus, être protégés de l'encrassement dus aux débris de plumes.

Collecte hydraulique : c'est la méthode la plus polluante, mais aussi la mieux adaptée aux fortes capacités. Ce procédé équipe moins de 10 % des abattoirs ayant une production de moins de 750 milliers de têtes, mais il se généralise ensuite et équipe la totalité des abattoirs de plus de 2 500 milliers de têtes par an.

- Le recyclage de l'eau de transport est un équipement assez modeste qui permet de réduire la pollution et d'économiser l'eau. Mais cette eau souillée ne peut pénétrer dans le local de la plumeuse.
- La séparation des plumes est statique ou mécanique selon la capacité de l'installation.
- Le stockage des plumes est effectué en fût, en bac, en tas ou en silo suivant l'établissement.

b. Devenir des plumes.

Les récipients sont repris par l'équarrisseur. Certains abattoirs traitent les plumes et en font de la farine.

6°- Les matières stercoraires.

Différentes possibilités existent pour transporter les matières stercoraires et les traiter. Elles présentent des charges de pollution variables (cf. tableau n° 19).

Le contenu des panses renferme une forte proportion de débris cellulosiques et l'expression en DBO_5 est donc moins significative que ne l'aurait été un résultat en DCO et MES.

L'entraînement hydraulique s'accompagne d'un certain lavage et augmente la DBO_5 passant dans les eaux usées. Cette DBO_5 est encore augmentée si le transport hydraulique est suivi d'un essorage. Mais on peut agir au niveau des prétraitements pour réduire la pollution.

a. Equipements conseillés.

Petits abattoirs : transport manuel ou mécanique. Leur avantage: pas de gros investissements, pas de pollution, pas de consommation d'eau. Le stockage est effectué par dépôt sur l'aire à fumier.

Grands abattoirs : installation d'un canon pneumatique et d'un égouttoir-compresseur à partir d'un tonnage annuel de 1 000 tonnes. Le stockage est effectué sur une aire bétonnée.

b. Equipement actuel des abattoirs.

Entraînement des matières stercoraires; (cf. tableau n° 20)

Traitement des matières stercoraires:(cf. tableau n° 21).

Stockage : pour 58 % des abattoirs, il s'effectue sur l'aire de stockage du fumier.

Tableau n° 19 :

Charge polluante des eaux dues aux matières stercoraires en fonction du mode de transport et du type de traitement (en g de DBO_5/kg de carcasse)

Mode de traitement \ Mode de transport	Hydraulique	Par pompe	Pneumatique	Mécanique	Manuel
Egouttage statique	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Pressage	3,5	1,2	1,2	1,2	0,5
Autres (incinération)	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Pas de traitement	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5

Tableau n° 20 :

Répartition des différents modes de transport des matières stercoraires selon l'inscription au plan national de l'équipement.

Mode de traitement / Statut	Abattoirs inscrits	Abattoirs non inscrits	Ensemble
Hydraulique	26,6 %	9,8 %	20,0 %
Par pompe	10,6 %	1,0 %	7,0 %
Pneumatique	12,3 %	0,3	7,0 %
Mécanique	6,3 %	0,3 %	4,0 %
Manuel	44,2 %	88,6 %	62,0 %

Tableau n° 21 :

Répartition des différents modes de traitement selon l'inscription au plan national

Mode de traitement / Statut	Abattoirs inscrits	Abattoirs non inscrits	Ensemble
Pressage	8,2 %	1,0 %	5,2 %
Egouttage	45,0 %	40,7 %	43,3 %
Pas de traitement	46,8 %	58,3 %	51,5 %

c. Destination des matières stercoraires (cf. tableau n°22).

Dans ce tableau, la somme des pourcentages est supérieure à 100 car certains abattoirs ont répondu affirmativement à plusieurs questions.

Tableau n° 22 :

Répartition de la destination des matières stercoraires selon l'inscription au plan national d'équipement

Statut / Destination	Abattoirs inscrits	Abattoirs non inscrits	Ensemble
Epandage	52,9 %	49,5 %	50,0 %
Rejet à l'égout	14,5 %	16,1 %	15,2 %
Destruction	6,5 %	5,2 %	6,0 %
Autre	26,5 %	32,7 %	29,3 %

7° - Les effluents de triperie boyauderie.

Triperie : on y traite les estomacs des ruminants adultes. La pollution produite dépend du travail effectué ensuite en boyauderie.

Boyauderie : on y traite tous les intestins et les estomacs des monogastriques (0,4 g DBO_5/kg carcasse).
Le vidage élimine une bonne partie du contenu du tube digestif. Les déchets sont normalement stockés en bacs et repris par l'équarrisseur

Quantité de DBO_5 rejetée : la valeur dépend du travail effectué. La moyenne retenue est :

abattoirs de moins de 7 000 t/an : 6 g DBO_5/kg carcasse ;

abattoirs de plus de 7 000 t/an : 8 g DBO_5/kg carcasse.

a. Equipements de la triperie boyauderie.

. Récipients à déchets (contenu des boyaux) et à sous-produits (suif, onglons...).

. Vidoirs pour la boyauderie permettant de récupérer les boyaux lavés.

. Un bac dégraisseur propre à la triperie boyauderie afin de récupérer immédiatement les graisses avant qu'elles ne puissent être émulsionnées par d'éventuels détergents.

b. Equipement actuel des abattoirs. (cf. tableau n° 23)

Tableau n° 23 :

Répartition des abattoirs rejetant les déchets de boyauderie à l'égout et répartition des bacs de dégraissage

Pourcentage	Rejet à l'égout	Bac de dégraissage
Abattoirs inscrits	47 %	40 %
Abattoirs non inscrits	33 %	19 %
Ensemble	41 %	31 %
Abattoirs privés	43 %	29 %
Abattoirs publics	32 %	47 %
Ensemble	41 %	31 %

Cas particulier des abattoirs de volailles : le mode de transport a une grosse influence sur la charge due à l'éviscération :

- transport manuel ..... 3,0 g DBO_5/kg ;
- transport hydraulique ..... 12,5 g DBO_5/kg ;
- transport pneumatique ..... 7,5 g DBO_5/kg .

8° - L'eau : équipements permettant de réduire la consommation.

Le chapitre des dépenses en eau prend, pour l'abattoir, une importance de plus en plus évidente :

- les installations de traitement voient leur coût lié à leur dimensionnement et donc au volume d'eau rejeté (ainsi qu'à la charge) ;

- le fonctionnement est grevé par l'achat de l'eau potable dont le coût est variable suivant les régions, mais qui peut conditonner la rentabilité de l'abattoir.

Il est donc important de prendre des mesures propres à réduire la consommation et les rejets.

a. Equipements à réaliser :

- recyclage des eaux de refroidissement des réfrigérateurs ;
- séparation du circuit des eaux propres et des eaux usées : les eaux de pluies issues des toitures et des secteurs non souillés n'ont pas à traverser des équipements d'épuration que leur volume perturbe d'ailleurs dangereusement ;
- équipement des postes de lavage avec des pistolets à pression et retour automatique afin d'éviter les gaspillages ;
- matériaux des sols et des murs permettant un nettoyage rapide par balai ou raclettes. Certains matériaux présentent une moindre adhérence aux déchets et aux graisses (ciment au plastique, carreaux téflonnés...) ;
- obligation d'une vérification périodique de l'étanchéité des vannes, robinets et pistolets, avec implantation de compteurs d'eau dans l'installation.

b. Etat actuel.

Le volume d'eau utilisé pour le lavage des sols, du matériel et des carcasses varie de 10 à 50 litres par tonne de carcasse.
Le volume moyen des eaux utilisées pour l'ensemble des abattoirs de mammifères est de 32 litres par kilo de carcasse soit :

- 29 l/kg carcasse pour les abattoirs publics ;
- 61 l/kg carcasse pour les abattoirs privés.

Eaux de refroidissement des frigorifiques comprises celles-ci sont de :

- 14 l/kg carcasse dans les abattoirs publics ;
- 47 l/kg carcasse dans les abattoirs privés.

c. Abattoirs de volailles.

La consommation d'eau varie de 2 à 15 litres par kilo de volaille (sans l'eau des frigorifiques). Les progrès de l'hygiène s'accompagnent d'une augmentation de la consommation d'eau. L'augmentation du format aussi.

La moyenne nationale de consommation est de 10,9 m^3/t abattue. Le résultat à rechercher est de 7 m^3/t abattue.

9°- L'importance de l'action du personnel.

Les équipements ne peuvent apporter les résultats escomptés que si le personnel a reçu une formation suffisante pour les employer au mieux, et surtout, si les réalités quotidiennes de son travail le poussent à prendre à cœur l'effort que représente leur emploi.

En effet, la pratique montre qu'il est difficile d'obtenir de bons résultats si les employés sont intéressés à la vitesse du travail au détriment de tout le reste. Cela est vrai surtout pour les petits abattoirs où les matériels, artisanaux, permettent des résultats allant de l'excellent au déplorable suivant le soin apporté au travail.

L'équipement de l'abattoir permet de récupérer une importante partie des déchets et de dépenser moins d'eau.

Les avantages sont multiples :

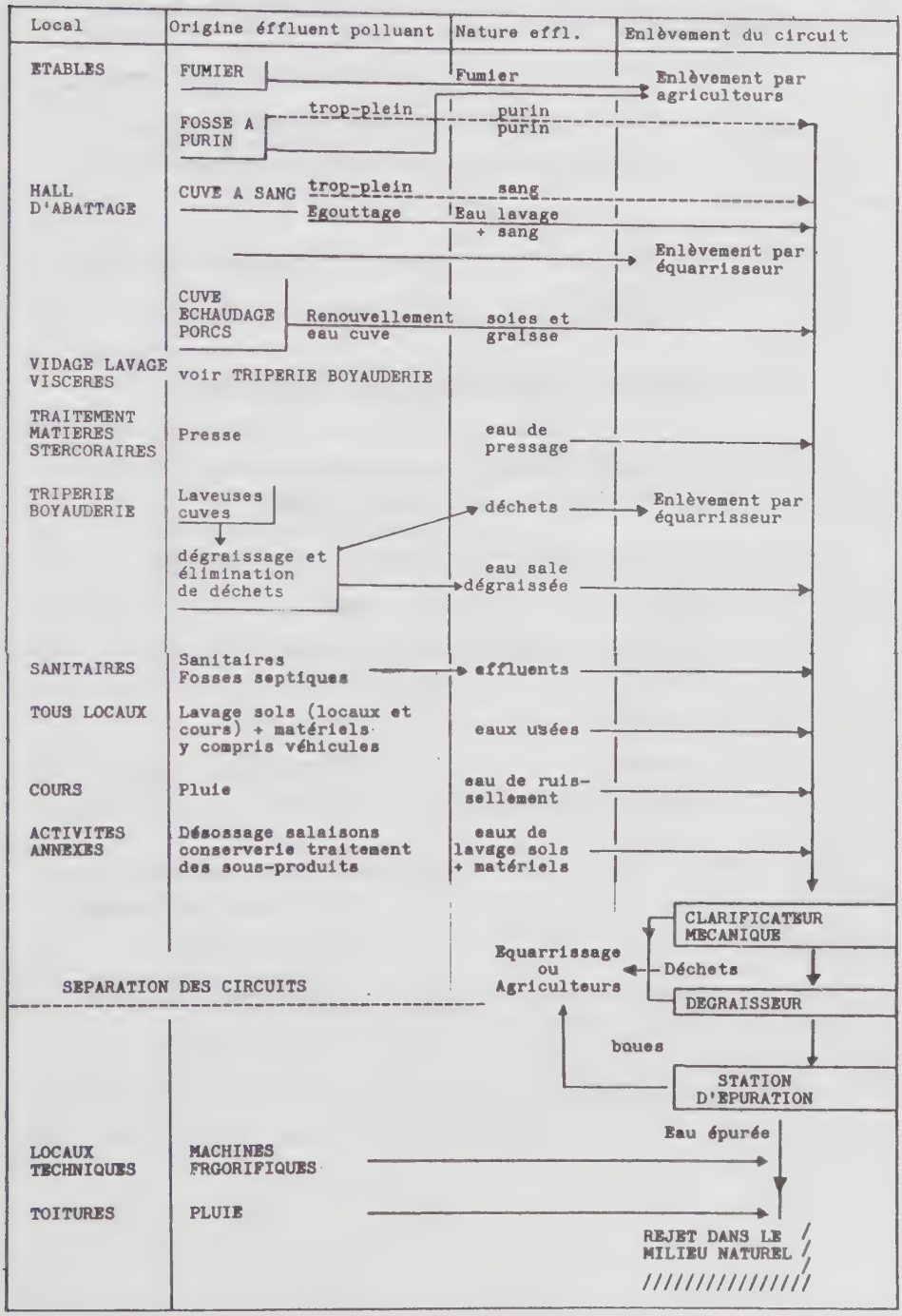
- valorisation des déchets remboursant tout ou partie de leur récupération ;

Tableau N° 24 : Tableau récapitulatif des volumes et des charges de pollution

Effluent	Quantité produite		DBO_5
Purin	Gros bovins, Equidés	15 l/jour	15 g/litre
	Autres	3 l/jour	15 g/litre
Sang	Gros bovins, Equidés	20 l/tête	0,7 g/kg carcasse
	Porcs, Veaux	5 l/tête	0,4 g/kg carcasse
	Ovins, Caprins	0, 2 l/tête	0,4 g/kg carcasse
Matières stercoraires	Gros bovins, Equidés	0,167 m^3/t	0,5 à 3,5 g/kg carcasse
	Veaux	0,020 m^3/t	0,4 g/kg carcasse
	Ovins	0,250 m^3/t	0,4 g/kg carcasse
Boyauderie Triperie	- Tonnage	- de 7000 t/an	6 g/kg carcasse
		+ de 7000 t/an	8 g/kg carcasse
Lavage des locaux, cours et matériels			2 g/kg carcasse
Activités annexes	Désossage		0,5 g/kg carcasse
	Salaisons, Conserverie		10 g/kg carcasse
	Traitement des sous-produits		5 g/kg carcasse
	Autres activités		5 g/kg carcasse

Tableau n°25 :

CIRCUIT DES EAUX USEES (état final après réalisation des travaux et des aménagements internes permettant de réduire la pollution dans des conditions normales)



- dépenses moindres pour l'approvisionnement en eau de l'abattoir ;
- coût inférieur des installations d'épuration.

De plus, cette récupération "à la source" est très bien adaptée aux conditions de travail de l'abattoir et surtout à l'irrégularité de fonctionnement.

Il est d'autant plus regrettable de constater le sous-équipement actuel des abattoirs français.

III. TRAITEMENT DES EFFLUENTS D'ABATTOIR.

C'est l'ensemble des opérations qui permettent de rendre inoffensifs les effluents d'abattoir pour le milieu récepteur.

La composition des eaux usées d'abattoir est, en moyenne :

MES	100 à 2 000 mg/l ;
DCO	500 à 5 000 mg/l ;
DBO_5	300 à 1 500 mg/l ;
Graisses	200 à 4 000 mg/l ;
Ammoniac	10 à 100 mg/l ;
Azote total.....	30 à 200 mg/l .

Le rapport DBO_5/ DCO varie considérablement en fonction de la MES et de la dilution : la moyenne est proche de 0,5 mais les extrêmes vont de 0,3 à 0,8.

Les contraintes qui guident le choix des procédés et du dimensionnement sont de deux ordres :

- techniques: capacité, régularité, surface disponible pour la réalisation des ouvrages ;

- financières : coût de la construction, budget d'entretien.

L'épuration suit quatre étapes :

. la collecte des eaux usées ;
. les prétraitements ;
. le traitement des eaux résiduaires ;
. le traitement des boues.

A. COLLECTE DES EAUX USEES.

1°- Provenance,à l'origine,des eaux usées de l'abattoir.

Elles proviennent :

- de prélèvements d'eau sur le réseau public ou d'autres sources (nappes phréatiques, rivières), pour :

. le refroidissement des frigorifiques ;
. les autres usages ;

- des eaux pluviales des cours ;

- des effluents liquides apportés par les animaux eux-mêmes lorsqu'il n'y a pas récupération : urine (purin), liquides d'égouttage du fumier et des matières stercoraires, sang. Leur volume peut être considéré comme négligeable devant les autres sources.

2°- Séparation des circuits.

Les effluents peuvent être séparés en deux catégories :

. effluents pollués ;
. effluents non pollués.

a. Effluents pollués.

Ils sont constitués par :

- les eaux utilisées pour tous les usages autres que le refroidissement des frigorifiques. Leur débit est calculé à partir de la consommation de l'année, du nombre de jours de travail et de la répartition du travail dans la journée. On établit un débit horaire moyen ;

- les eaux pluviales des secteurs souillés. Elles sont rejetées dans les eaux usées. Il convient, autant que possible, d'organiser l'implantation des abattoirs de telle manière que la partie découverte de ces secteurs représente la plus faible surface possible.
Il convient également de se méfier de la tendance actuelle qui consiste à enduire le macadam des surfaces inutilisées. Les écoulements inutilement créés doivent ensuite être traités. Les frais engagés sont donc doublement inutiles.

b. Effluents non pollués.

Ce sont : - les eaux de refroidissement des frigorifiques ;
- les eaux pluviales des toitures et des secteurs non souillés.

Ils ne nécessitent aucun traitement. Cependant les réseaux actuels des abattoirs n'assurent pas toujours la séparation de ces effluents non pollués.

. La séparation des eaux de refroidissement des frigorifiques est facile à réaliser. Cela permet une réduction de la taille des ouvrages d'épuration pour un coût d'installation négligeable.
Le débit des eaux de refroidissement des frigorifiques est continu. Sa séparation se traduit par une augmentation de la charge des eaux résiduaires.

. Eaux pluviales des toitures : l'apport est intermittent et le coût de la séparation est élevé. Cependant cette séparation doit être réalisée aussi souvent et aussi complètement que possible, car les à-coups produits nécessitent une augmentation de la taille des ouvrages et ils perturbent le fonctionnement par la dilution qu'ils provoquent. De plus, lors des fortes précipitation, le débordement par le trop-plein est systématique.

c. Equipements à réaliser.

Lors d'une installation nouvelle, une séparation complète des circuits doit être réalisée dans tous les cas.

Dans le cas d'ouvrages existants, la séparation des eaux des frigorifiques doit être réalisée s'il n'existe pas un récupérateur ou un système atmosphérique.

La séparation des eaux de pluie des toitures doit être effectuée autant qu'il est financièrement possible de le faire.

Actuellement, 87 % des réseaux sont unitaires.

B. OPERATIONS DE PRETRAITEMENT.

C'est l'ensemble des opérations qui rendent possible le passage des rejets dans les installations d'épuration. Ces opérations visent à éliminer les gros débris, les MES, les matières grasses et les sables. La régularisation des débits fait également partie des prétraitements.

Répartition de la destination des déchets de prétraitement :

- enlèvement par l'équarrisseur .. 25,1 %
- dépôt sur fumière ..... 47,6 %
- incinération ..... 2,6 %
- autre ..... 24,7 %

Pourcentage d'abattoirs ne pratiquant aucun prétraitement en fonction de leur classe de tonnage :

- de 100 à 500 tonnes..... 68 %
- de 500 à 1 000 tonnes ..... 46 %
- de 1 000 à 4 000 tonnes ..... 28 %
- de 4 000 à 7 000 tonnes ..... 16 %
- de 7 000 et plus ..... 16 %

- Ensemble ..... 39 %
- inscrits ..... 25 %
- non inscrits ..... 60 %.

Plusieurs modes de prétraitement peuvent être envisagés en fonction du moyen d'épuration choisi.

1°- Dégrillage.

Il permet d'éliminer des rejets les gros objets flottants ou charriés par l'eau (onglons, gros débris de peau et d'abats) qui pourraient former des bouchons ou nuire à l'efficacité des traitements ultérieurs.

Le dégrillage est constitué d'une grille à barreaux d'acier espacés de 3 à 100 mm, selon l'usage prévu. Dans le cas des abattoirs, l'écartement est de l'ordre de 30 mm. La grille est précédée d'un regard où se déposent les gros corps denses et une partie du sable.

Suivant l'importance du débit, le nettoyage peut être manuel ou mécanique. Les déchets récupérés à ce poste sont éliminés comme des ordures ménagères.

Cette étape constitue une protection des installations en aval. Elle doit être réalisée dans tous les cas.

Actuellement, l'équipement des abattoirs est, en fonction de leur classe de tonnage :

- de 100 à 500 tonnes ..... 13 %
- de 500 à 1 000 tonnes ..... 36 %
- de 1 000 à 4 000 tonnes ..... 47 %
- de 4 000 à 7 000 tonnes ..... 56 %
- de 7 000 tonnes et plus ..... 66 %

- ensemble ..... 39 %
- inscrits ..... 51 %
- non inscrits ..... 21 %

L'équipement est très faible et ceci est d'autant plus inacceptable que le coût d'une installation est réduit. Et, cependant, les chiffres montrent que certains abattoirs rejettent dans le milieu extérieur sans dégrillage.

2°- Dilacération.

Cette opération a pour but de déchiqueter les matières solides transportées par l'eau. L'intérêt de ce processus est d'éviter l'entretien d'un poste de tamisage. Il présente cependant des inconvénients :

- c'est un matériel à mouvements rapides nécessitant de ce fait des interventions fréquentes ;
- l'opération provoque une augmentation des MES qui peuvent former des chapeaux de boues dans les digesteurs ou boucher les tuyauteries en s'agglomérant avec les graisses.

La dilacération est peu pratiquée en abattoir. Cependant, quand les matières stercoraires sont rejetées à l'égout, elle est nécessaire pour empêcher les éléments cellulosiques de former une couche flottante.

3°- Dessablage.

Le dessablage permet de séparer les particules minérales, sable et graviers à partir de 0,2 mm environ. Il est obtenu, en général, par un ralentissement du courant (de l'ordre de 0,3 m/s), suffisant pour que les sables se déposent et que les particules organiques restent en suspension. La reprise du sable est manuelle.

Pour des débits plus importants,les dessableurs circulaires à élimination tangentielle permettent une récupération centrale par exploitation du phénomène de balayage du fond. La reprise est mécanique.

Le dessablage peut être effectué en même temps que le dégraissage.

.4°- Tamisage.

Les opérations de dégrillage et de dessablage sont insuffisantes car il convient d'éliminer les déchets solides de petites dimensions, mais difficilement biodégradables, qui entraîneraient un dimensionnement plus important des installations de traitement.

Dans le cas de l'utilisation de lits bactériens, cette élimination doit être particulièrement bonne si on veut éviter un colmatage rapide. Il faut alors procéder, en plus, à une décantation primaire soignée.

Dans les autres cas, un bon tamisage est moins efficace qu'une décantation mais il est suffisant et présente certains avantages :

- un investissement moins important ;
- un encombrement réduit ;
- une surveillance moins contraignante ;
- la possibilité d'évacuer les déchets sur une aire à fumier alors que les boues de décantation primaire doivent être traitées en raison de leur forte humidité et de leur fermentation rapide.

Choix du système de tamisage : les systèmes à grille courbe ou a plaques filtrantes sont ceux qui présentent le moins de risque de colmatage.

. Les systèmes à grille courbe utilisant des barreaux profilés, espacés de 0, 5 mm, encore peu utilisés en France, semblent être les

plus performants.

. Les systèmes à plaques perforées avec raclage automatique, sont plus courants. La dimension des ouvertures est de 2 à 3 mm pour éviter un colmatage rapide. Le raclage doit être discontinu et commandé par flotteurs afin de profiter de la couche filtrante formée par l'accumulation des déchets devant la grille.

La fosse bétonnée doit comporter un dispositif de trop-plein fonctionnant en cas de surcharge accidentelle ou de panne de l'appareil.

Les déchets doivent être récupérés sur une aire bétonnée. On peut ainsi éliminer de 60 à 80 % des MES et de 15 à 35 % de la DBO_5 suivant la charge des eaux usées tamisées.

Actuellement, seuls 16,9 % des abattoirs pratiquent le tamisage. Pourcentage des abattoirs pratiquant un tamisage en fonction de leur classe de tonnage :

- de 100 à 500 tonnes	1,9 %
- de 500 à 1 000 tonnes	6,7 %
- de 1 000 à 4 000 tonnes	23,0 %
- de 4 000 à 7 000 tonnes	27,0 %
- de 7 000 et plus	36,0 %
- ensemble	16,9 %
- inscrits	25,0 %
- non inscrits	4,0 %

Le tamisage est une des opérations de prétraitement les plus utiles en abattoir, quel que soit le devenir ultérieur des effluents.

5° - Décantation primaire.

La décantation primaire a pour but de permettre le dépôt des particules en suspension dans les eaux brutes. Elle est utilisée dans les cas où une grande efficacité est exigée (lit bactérien).

Décanteurs utilisés :

. Décanteurs statiques sans raclage. C'est en général un bac cylindrique conique à flux vertical. Il est utilisé pour des installations de petit débit (20 m^3/h). La vitesse ascensionnelle est de l'ordre de 0,5 à 2 m/h, la pente de la partie conique allant de 45 à 65°. La construction d'ouvrages importants impliquerait des hauteurs prohibitives.

. Décanteurs statiques avec raclage des boues. Longitudinaux ou circulaires, ils sont munis de racleurs permettant d'utiliser un fond à faible pente. La construction d'ouvrages importants est ainsi rendue plus économique.

Elle permet, dans le cas d'une eau très chargée (2 à 5 g/l MES), d'éliminer jusqu'à 85 % des MES et 50 % de la DBO_5. La vitesse ascensionnelle dans le décanteur ne doit guère excéder 0,8 m/h, et le temps de séjour deux heures car on a affaire à des matières de faible densité, très fermentescibles.

La décantation primaire possède un certain effet tampon, mais celui-ci ne peut être très important car le temps de séjour de l'eau est limité par les risques de fermentation.

Equipement actuel des abattoirs par classe de tonnage :

- de 100 à 500 tonnes ..... 24 %
- de 500 à 1 000 tonnes ..... 38 %
- de 1 000 à 4 000 tonnes ..... 39 %
- de 4 000 à 7 000 tonnes ..... 31 %

Fig. n° 3 :

Décanteur statique sans raclage.
(Doc. DEGREMONT).

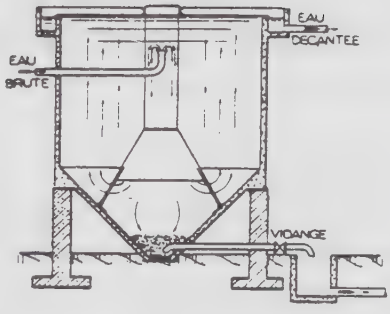
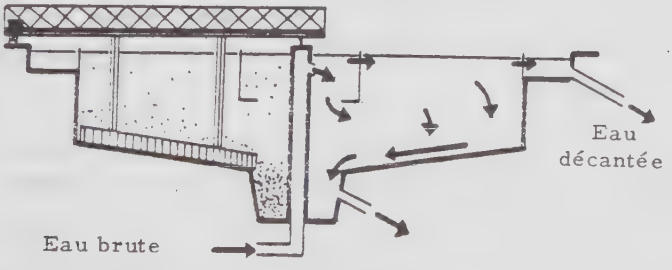


Fig. n° 4 :

Décanteur statique circulaire avec raclage des boues.



- de 7 000 tonnes et plus ..... 28 %
- ensemble ..... 32 %
- inscrits ..... 34 %
- non inscrits ..... 30 %.

La décantation primaire est un procédé peu coûteux qui peut, dans les plus petits abattoirs, remplacer un tamisage, surtout si les procédés de travail débouchent sur une faible MES. Elle est compatible avec un travail assez irrégulier.

6°- Dégraissage.

Un premier dégraissage doit être réalisé sur la chaîne aux postes produisant le plus d'effluents graisseux (boyauderie, etc...). Pour ce faire, des boîtes à graisses standardisées sont fabriquées en série pour des débits allant jusqu'à 20 à 30 l/s. Leur rendement est de 80 à 90 %. Il faut néanmoins veiller à leur entretien.

En raison des inconvénients particuliers que présentent les graisses pour le fonctionnement des stations d'épuration, un second dégraissage doit être effectué.

Suivant l'installation choisie, le dégraissage peut être effectué :

- en combinaison avec le dessablage (tranquillisation d'une fraction de surface d'un dessableur aéré et reprise des graisses et des écumes en surface) ;

- en combinaison avec un décanteur primaire circulaire. Dans les deux cas, le ralentissement de l'eau et une injection d'air favorisent la remontée des graisses ;

- seul : une meilleure efficacité est obtenue dans les dégraisseurs séparés constitués d'un bassin muni d'une injection d'air.

L'évacuation des graisses se fait par déversoir ou par racleur. Le rendement est alors de 80 à 90 % si la température de l'eau n'excède pas 30 à 35°C. L'efficacité augmente quand la finesse des bulles d'air augmente ;

- par turbines de flottation.

Les dégraisseurs à injection d'air sont particulièrement utiles dans les grands abattoirs ayant des activités annexes (salaisons, conserves, triperie, traitement des sous-produits).

Equipement actuel des abattoirs en fonction de leur classe de tonnage :

- de 100 à 500 tonnes	5,7 %
- de 500 à 1 000 tonnes	7,7 %
- de 1 000 à 4 000 tonnes	20,8 %
- de 4 000 à 7 000 tonnes	27,0 %
- de 7 000 et plus	32,5 %
- ensemble	16,9 %
- inscrits	24,0 %
- non inscrits	7,0 %.

Le dégraissage, lorsqu'il est effectué seul, doit être placé après le tamisage et avant la décantation primaire. Les graisses de récupération sont ensuite détruites.

7°- Bassin tampon.

L'irrégularité des rejets due, d'une part aux variations du rythme d'abattage (pointe généralement le lundi et le mardi) et d'autre part au fait que la journée d'abattage ne dure que 8 heures en moyenne, rend très souhaitable, voire indispensable, la présence d'un bassin tampon

pour tous les systèmes d'épuration à forte charge (boues activées, lits bactériens). Il permet de réduire jusqu'à trois fois les dimensions des ouvrages qui suivent.

Il doit être agité et aéré pour éviter tout dépôt et toute fermentation en anaérobiose. L'homogénéisation du bassin peut être couplée avec une aération destinée à faire face à la demande immédiate en oxygène. La demande en oxygène sera celle correspondant à la durée moyenne de séjour choisie.

On peut éviter la construction d'un bassin tampon, soit en adoptant des stations largement dimensionnées, soit en choisissant un type de traitement conduisant à un volume suffisant pour avoir un certain pouvoir tampon.

L'utilisation du bassin tampon permet le rejet dans les réseaux d'égout urbains pendant les heures creuses, facilitant ainsi le travail de la station communale. La charge en éléments immédiatement dégradables doit être suffisamment faible pour que les fermentations ne se déclenchent pas. Il est donc conseillé de le faire précéder par un tamisage ou une décantation primaire.

L'investissement que représente un bassin tampon est largement rentabilisé par les économies qu'il permet de réaliser en aval.

C. METHODES DE TRAITEMENT.

Le traitement des eaux résiduaires consiste en une élimination des matières polluantes du rejet : c'est l'épuration.

Dans le cas des abattoirs, la charge est représentée par des matières essentiellement organiques. Les techniques utilisées sont

donc les mêmes que pour les effluents domestiques. La voie la plus couramment employée est l'épuration biologique, procédé qui s'avère le moins coûteux si l'on veut satisfaire aux normes actuelles de rejet.

Les procédés chimiques sont, en effet, plus coûteux et présentent la caractéristique de produire beaucoup de boues difficiles à réutiliser. Cependant, ces procédés marquent, depuis quelque temps, de gros progrès. Seuls les gros abattoirs, ou ceux qui ne peuvent se raccorder à une station urbaine, ont à installer une station d'épuration complète.

Le choix de la technique dépend :

- de la taille de l'abattoir ;
- de la présence d'activités annexes ;
- de la surface disponible pour l'implantation de la station ;
- de la qualité exigée pour le rejet ;
- de la fiabilité ;
- du coût des prétraitements nécessaires ;
- des possibilités d'utilisation des boues en excès ;
- du coût des installations ;
- des frais d'exploitation et d'entretien ;
- de l'adaptation du procédé aux impératifs de fonctionnement de l'abattoir.

1° - Procédés naturels de traitement.

Ils reviennent à utiliser les possibilités d'autoépuration d'un milieu. Ils nécessitent une bonne préparation, surtout vis à vis des MES.

a. Puisards.

L'utilisation des puisards est strictement interdite.

b. Etangs à eaux usées.

Dans ces étangs, une concentration d'oxygène suffisante doit être maintenue pour permettre la vie des poissons qui luttent contre les insectes et les larves. Les étangs ne présentent pas d'odeur, mais la surface nécessaire par kg de DBO est très importante. Leur utilisation est très limitée à cause de cette contrainte.
L'efficacité vis à vis des microorganismes est limitée et des contaminations par abreuvement sont possibles.

c. Etangs de stabilisation.

Ils sont peu profonds et peuvent contenir des algues productrices d'oxygène et consommatrices d'azote ; mais l'absence de poissons permet le développement des insectes et des larves. De plus, ils dégagent des odeurs et s'envasent.
Les boues de curage peuvent être utilisées en agriculture, mais il n'est pas sûr que le curage soit rentabilisé.

d. Epandages.

Moyennant certaines précautions, l'épandage permet simultanément la restitution au sol de certains éléments et l'élimination de la pollution.

1/ Action du sol. :

- les particules sont adsorbées sur les constituants du sol ;
- les bactéries du sol minéralisent les polluants jusqu'à nitrification ;
- les végétaux réutilisent les corps minéralisés ;
- l'action désinfectante vis à vis des bactéries pathogènes est certaine (action des ultra-violets, antibiotiques des champignons, flore prédatrice).

5/ Contraintes de mise en œuvre.:

- le prétraitement doit éliminer les MES et les graisses en proportion suffisante pour limiter le colmatage du matériel et du sol ;

- le sol doit être suffisamment perméable et drainé sous peine de colmatage rapide et de ruissellements polluants ;

- des apports d'engrais doivent être effectués pour équilibrer la teneur en N, P, K (les rejets sont souvent riches en azote et en phosphore). Cela permet d'effectuer une culture intensive et de réexporter un maximum de constituants ;

- le volume d'apport doit être établi en fonction du terrain : 10 à 20 m^3 par ha et par jour ;

- une stricte surveillance doit être exercée sur les zones d'épandage pour déceler les variations de composition du sol.

Pour toutes ces raisons, l'épandage n'est que peu utilisé, surtout par les grands établissements à qui une énorme surface serait nécessaire.

Les risques sanitaires de l'épandage sont la contamination du sol par les microorganismes non détruits et la contamination des plantes cultivées. Le premier risque existe mais, sauf dans l'hypothèse d'une contamination par des spores charbonneuses, ne pose pas de problème insoluble. Le second risque doit être étudié. Il semble que la contamination des plantes, autrement que par aspersion directe, n'a pas été prouvée.

e. Rejet direct dans un cours d'eau.

Le rejet direct dans un cours d'eau ne peut être toléré que si le rejet est correctement prépuré et si son volume ne risque pas de provoquer un déséquilibre. Il n'est tolérable que pour de très petits

établissements lorsqu'aucune autre solution n'est possible.

Actuellement, 37 % des abattoirs avouent pratiquer le rejet direct, mais ce pourcentage atteint 57 % si l'on tient compte des rejets effectués dans des réseaux d'égout non équipés de station d'épuration. De plus, ces rejets sont, en général, peu ou pas préépurés et sont parfois pratiqués par de gros abattoirs. Les risques sanitaires sont certains.

2°- Installations de traitements biologiques.

Elles représentent la quasi totalité des ouvrages installés.

Equipement en stations d'épuration selon la classe de tonnage :

- de 100 à 500 tonnes ..... 6,2 %
- de 500 à 1 000 tonnes ..... 6,7 %
- de 1 000 à 4 000 tonnes ..... 15,6 %
- de 4 000 à 7 000 tonnes ..... 15,3 %
- de 7 000 tonnes et plus ..... 18,6 %
- ensemble ..... 13,4 %.

Les équipements varient en fonction des conditions de fonctionnement. Différents matériels existent qui utilisent deux voies de dégradation : la voie aérobie et la voie anaérobie.

z Voie aérobie.

L'épuration biologique aérobie des eaux résiduaires consiste à permettre le développement de bactéries aérobies qui se rassemblent en film ou en flocons, qui retiennent la pollution organique et s'en nourrissent. Dans une seconde phase, on décante les boues ainsi produites.

z Voie anaérobie.

L'épuration biologique anaérobie consiste en une digestion des

effluents organiques par des espèces microbiennes anaérobies productrices de méthane. Les boues produites sont ensuite récupérées.

Méthodes d'épuration utilisées:

a. Lits bactériens classiques.

Le principe du lit bactérien est de faire couler l'eau à épurer sur un matériau inerte (pierre, coke, mâchefer, pouzzolane) et poreux qui sert de support aux microorganismes épurateurs. Une aération est provoquée (naturelle ou forcée) afin de faire circuler de l'oxygène dans le lit bactérien. La pollution diffuse vers les microorganismes tandis que les sous-produits et le gaz carbonique sont rejetés.
Lorsque le film bactérien est très épais, une couche anaérobie peut se développer sous la couche aérobie.

La couche bactérienne est formée généralement de bactéries hétérotrophes en surface et de bactéries autotrophes nitrifiantes en profondeur.

La faune prédatrice est en général abondante : protozoaires, vers, larves d'insectes, mollusques.

Le rendement d'épuration est fonction de la hauteur de percolation. Pour une couche de 2 mètres, le rendement est proche de 60 % de la DBO lorsque la charge volumique est forte : c'est assez peu. Si l'épaisseur du lit est supérieure, le rendement augmente mais les difficultés apparaissent pour assurer la circulation de l'air. Le coût des ouvrages est alors augmenté par l'installation d'une aération forcée.

1/ Recirculation.

La recirculation de l'effluent du filtre a plusieurs avantages :

- elle procède à l'auto-curage du lit bactérien ;

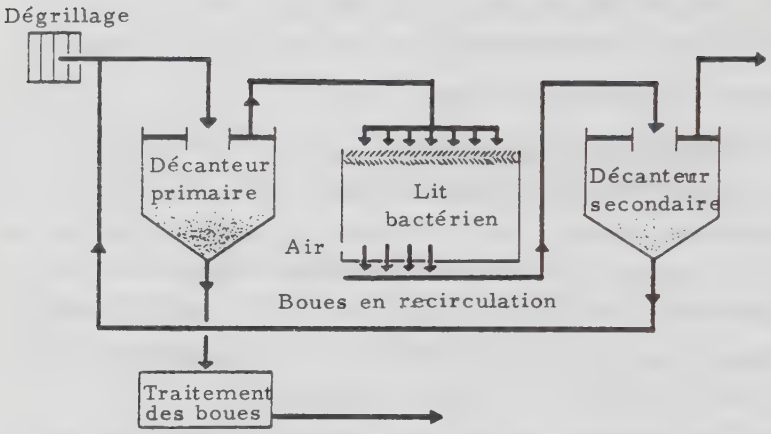


Fig. n° 5 : Schéma de fonctionnement d'une station à lit bactérien.

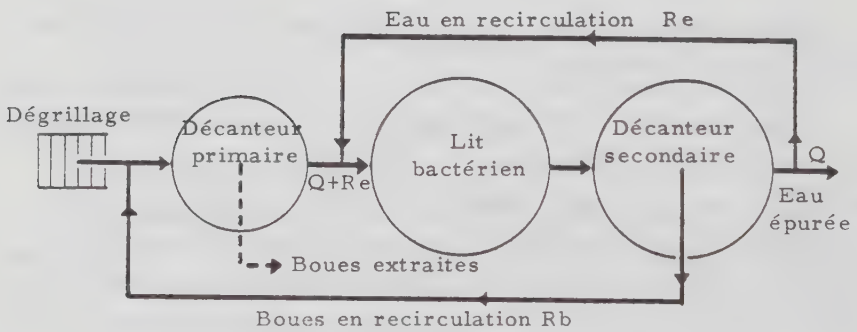


Fig. n° 6 : Schéma de fonctionnement de lit bactérien à recirculation séparée de l'eau et des boues.

- elle ensemence les eaux décantées ;
- elle dilue les eaux résiduaires à forte DBO et permet de travailler sous forte charge.

Différents schémas de recirculation sont possibles :

- recirculation simple par renvoi des boues et de l'eau de recirculation dans le décanteur primaire ;
- recirculation séparant eaux et boues secondaires.

Elle permet une économie lors de la construction car l'eau de recirculation est recyclée en aval du décanteur primaire.

2/ Possibilités.

Suivant la charge volumique appliquée, on distingue les lits à faible charge et les lits à forte charge dont les caractéristiques de fonctionnement sont les suivantes :

	Faible charge	Forte charge
DBO kg/m^3/jour	0,08 à 0,4	0,7 à 0,8
Charge hydraulique m^3/m^2/h.....	$>$ à 0,6	$<$ à 0,4

3/ Lits alternés.

Ils consistent en deux lits sur lesquels les rejets passent successivement, mais séparés par une décantation intermédiaire. L'ordre de passage est régulièrement inversé ce qui permet un meilleur autocurage.

Le rendement peut monter à 95 % pour une DBO de 0,750 kg/m^3.

4/ Contraintes.

Les lits bactériens sont particulièrement exposés au colmatage. Ils doivent être très surveillés et la préépuration doit spécialement viser à l'élimination des MES (décantation primaire).

5/ Avantages.

Les sous-produits sont bien stabilisés et ne nécessitent pas de traitement supplémentaire.

b. Lits bactériens à garnissage en matériau plastique.

L'utilisation des matériaux plastiques permet, outre l'économie du génie civil réalisée grâce à la légèreté du matériau, d'accroître la charge des lits bactériens grâce à l'absence de colmatage et à l'accroissement de la surface des supports.

Ils peuvent être alimentés à l'aide d'un effluent simplement tamisé à condition de maintenir la charge hydraulique relativement élevée (2 à 5 $m^3/m^2/h$ selon la charge appliquée) nécessaire à l'autocurage. Ils permettent, en outre, le recyclage des boues et par suite leur minéralisation, en raison de leur pouvoir d'oxygénation très élevé. Ceci a pour conséquence la production d'une faible quantité de boues en excès (300 à 400 g de boue par kg de DBO_5 éliminée) suffisamment stabilisée pour ne pas nécessiter de traitement complémentaire de déshydratation.

Il est possible d'obtenir un effluent correctement épuré en utilisant deux lits bactériens en série, séparés par un décanteur intermédiaire. Le premier stade de traitement a un rendement au moins égal, sinon supérieur à 50 % avec des charges appliquées allant jusqu'à 15 kg/m^3/jour. Le second stade de traitement peut être avantageusement remplacé, soit par un lit bactérien classique, soit par une boue activée moyennement chargée, soit par tout système à aération prolongée ou lagunage aéré selon le degré d'épuration désiré.

On aboutirait ainsi au type d'installation le plus économique, tant au point de vue investissement qu'à celui de l'exploitation. L'importance nécessaire à l'établissement pour rentabiliser une telle installation est au moins de 3 000 kg DBO_5/jour.

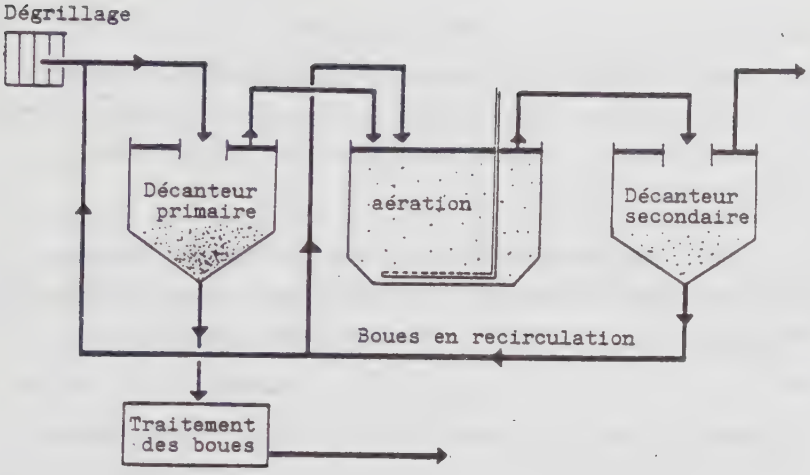
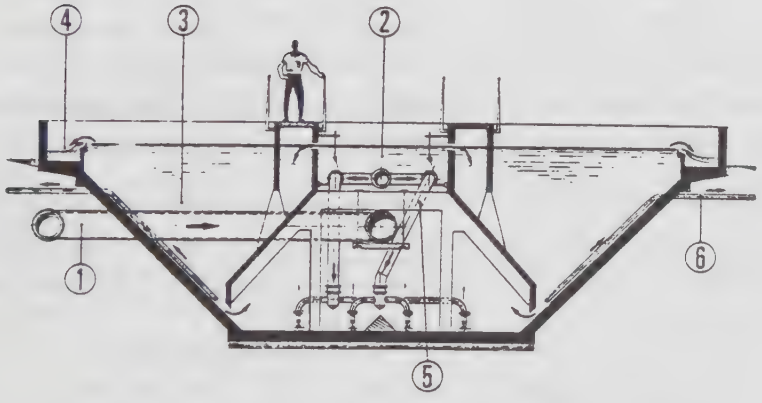


Fig. n° 7 : Schéma de fonctionnement d'une station à boues activées.



1 - Arrivee d'eau à traiter.
2 - Chambre d'aeration.
3 - Clarification
4 - Goulotte de reprise de l'effluent épuré.
5 - Nourrice d'air
6 - Reprise des boues en excès.

Fig. n° 8 : Station à boues activées : appareil combiné (Documentation Degrémont)

Deux types principaux de garnissage existent :

- garnissage vrac : ce sont de petits éléments qui sont déversés dans l'ouvrage préparé. Ils sont faciles à installer, mais présentent une sensibilité à l'écrasement et au colmatage, ce qui limite la hauteur de percolation réalisable ;

- garnissage conditionné sous forme de tubes cloisonnés ou de blocs qui peuvent être découpés. Leur installation est plus longue mais les hauteurs de percolation peuvent atteindre 12 mètres.

En raison de leur indice de vide très élevé (0,90 à 0,98 au lieu de 0,5), ils sont très sensibles aux variations de la température extérieure. Ils doivent de plus recevoir une aspersion en permanence. En cas d'arrêt, on peut réutiliser l'eau en circuit fermé mais cela n'est possible que pendant un temps limité.

c. Boues activées.

Ce procédé provoque le développement de la masse bactérienne dans un bassin d'aération alimenté par l'eau à traiter. Dans ce bassin, le mélange est brassé de façon à maintenir les boues en suspension et reçoit l'oxygène nécessaire à la prolifération des organismes aérobies.

La liqueur mixte produite est ensuite envoyée dans un clarificateur ou dans une zone de clarification afin de maintenir une concentration suffisante en boues activées. Une autre partie (boues en excès) est extraite et renvoyée à l'extérieur pour être traitée.

1/ Charge des installations.

Elle varie entre :

- faible charge massique (aération prolongée) : 0,1 kg DBO/kg de boue ;
- moyenne charge : 0,1 à 0,4 kg DBO/kg de boue ;

- forte charge : 0,4 kg DBO/kg de boue.

Le rendement est meilleur pour les faibles charges : 95 %. Il est encore de 90 % pour les fortes charges, mais la production de boues s'accroît.

En effet, la nitrification ne peut se produire que pour une charge inférieure à 0,3 kg DBO/kg de boue. Au-dessus, on assiste à un développement de boues foisonnantes et peu stabilisées qui doivent être traitées ensuite. Ce phénomène est un facteur limitant du développement des stations à forte charge.

Les faibles charges sont peu tributaires des conditions atmosphériques.

2/ Equipement des abattoirs.

Dans les gros abattoirs, l'aération prolongée représente une grande partie des installations actuelles.

3/ Principaux procédés.

. Bassins séparés : dans ce système, l'aération et la clarification sont pratiquées dans des bassins différents. Les boues recyclées sont repompées et renvoyées dans le bassin d'aération. Ils peuvent être améliorés par :

- step-aération : aération variable à chaque niveau du bassin en fonction des besoins ;

- contact-stabilisation : c'est une technique qui consiste à réserver la majeure partie de la longueur de l'aérateur à la réactivation des boues recyclées en n'injectant l'eau à traiter que dans la dernière partie du bassin. Les matières organiques sont alors adsorbées sur les flocs biologiques réactivés ;

- complete mixing : la meilleure façon d'utiliser les boues activées est de réaliser le mélange intégral eau, boues, oxygène tout au long de l'ouvrage, mais cela présente de gros problèmes dans les grandes installations. Différents modes de répartition tentent de s'en rapprocher au prix d'une complication certaine du génie civil.

. Les appareils combinés : ce sont des ouvrages dans lesquels aération et clarification se déroulent simultanément. Ces ouvrages permettent le mélange intégral pour des plus grandes installations sans utiliser d'énergie autre que celle de réaération. L'absence de circuit de reprise augmente la fiabilité.

Deux types d'appareils existent : circulaires pour les petites capacités, ou en forme de canal pour les plus grandes.

4/ Contraintes liées à l'emploi des boues activées.

Le floc des boues activées devant être constamment renouvelé, l'apport d'eau usée doit être relativement constant. Les boues activées ne supportent pas un fonctionnement intermittent.

La formation d'une quantité importante de boues activées exige un long temps de croissance. Une telle station ne peut donc répondre à une pointe brutale de rejet.

Ceci est également valable à l'échelon d'une station urbaine recevant irrégulièrement un effluent d'abattoir, surtout s'il est fortement chargé de sang. Il est donc important que,les abattoirs rejetant dans des égouts vers une station à boues activées,récupèrent correctement le sang et installent des bacs tampon.

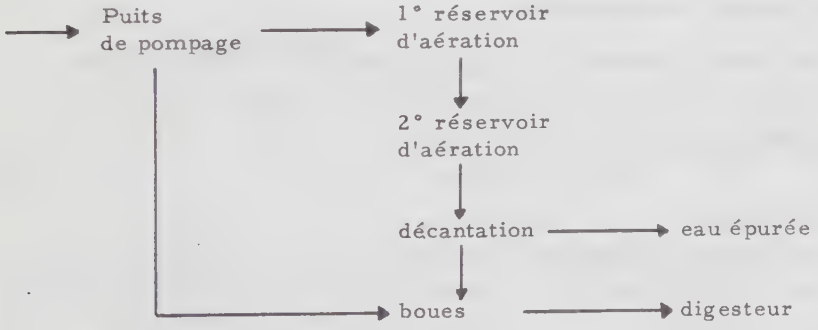
Ces inconvénients sont d'autant plus importants que la charge est élevée. Aussi les installations à faible charge, présentant une meilleure

souplesse et, produisant peu de boues, semblent préférables pour les établissements moyens dont le fonctionnement est assez régulier.

d. Systèmes dérivés des boues activées : l'aération prolongée - lagunage.

Ce système consiste en une prolongation de l'aération dans deux aérateurs successifs, suivie d'une décantation. Les boues sont recyclées en amont du premier aérateur. La charge appliquée est inférieure à 0,5 kg/m^3/jour.

Ce système ne nécessite ni décantation primaire ni bassin tampon. Il ne produit que peu de boues en excès, celles-ci sont entièrement stabilisées. Il nécessite cependant une grande superficie de terrain pour son installation ; il est, de ce fait, généralement applicable aux petits établissements.



En outre, le coût d'exploitation est élevé (1 kwh/kg de DBO_5 éliminé). Il est cependant plus souple, plus simple et plus sûr que les autres systèmes. Son utilisation comme second stade de traitement permet d'obtenir à la fois un effluent épuré de très bonne qualité et peu de boues.

Le rendement est de 97 à 98 % d'élimination de la DBO.

L'aération prolongée-lagunage est le seul procédé biologique s'accommodant d'un fonctionnement irrégulier.

e. Voie anaérobie : les digesteurs.

Ce mode de traitement consiste à cultiver, dans l'eau usée, des souches bactériennes anaérobies productrices de méthane. Cette culture doit être effectuée à l'abri de l'air et à une température proche de 37°C. L'opération est bénéficiaire en gaz, mais les installations sont coûteuses et leur fonctionnement délicat.

Un des avantages de la dégradation anaérobie est un bon rendement de destruction des microorganismes pathogènes. La digestion directe des eaux usées d'abattoir est peu pratiquée car elle ne peut s'appliquer qu'à des établissements importants. La réutilisation des gaz par l'abattoir serait possible.

Les résultats obtenus par digestion directe ont marqué de nets progrès ces dernières années. La qualité bactériologique des eaux obtenues est excellente.

Les procédés biologiques de traitement sont bien adaptés à l'épuration des effluents d'abattoir. Cependant ils sont assez difficilement adaptables à d'importantes variations de charge et encore plus à un fonctionnement intermittent. Ces procédés équipent cependant la quasi totalité des stations actuelles.

3° - Procédés physico-chimiques d'épuration des eaux.

Principe de traitement : il consiste à introduire, dans les eaux brutes, un réactif capable de :

- décharger les colloïdes, généralement électronégatifs, présents dans l'eau ;
- donner naissance à un précipité.

Ce produit est appelé coagulant. Les principaux sont : sulfate d'alumine et aluminates, chlorure ferrique, sulfate ferrique, auxquels on peut ajouter de la chaux.

La coagulation est en général suivie d'une floculation destinée à augmenter la cohésion des précipités (formation du floc) et d'augmenter le rendement ainsi que la vitesse de précipitation.
Les principaux floculants sont : la silice activée, certaines argiles, la terre d'infusoires, ainsi que des produits organiques : polyélectrolytes, amidon, alginates.

Les réactifs doivent être énergiquement brassés lors de leur introduction. Une décantation est ensuite effectuée pour séparer les boues.

a. Voies principales.

1/ Voie alcaline.

Dans cette voie, les réactions se font à pH 9 ou 11,5. L'augmentation de pH est souvent obtenue par addition de chaux.

Les rendements en épuration de DCO-DBO sont supérieurs à 90 %. Ils sont également supérieurs à 99 % pour les phosphates et à 70 % pour les matières azotées.

L'efficacité vis à vis des microorganismes est excellente (cf. tableau n° 25).

Actuellement, des réactifs comme l'alumine sont en partie récupérés, ce qui diminue les frais d'exploitation.

Tableau n° 26 :

Efficacité, en pourcentage de germes détruits, des traitements alcalins vis à vis des microorganismes.

	pH : 9		pH : 11, 5	
	Normal	+ charbon actif	Normal	+ charbon actif
Virus de la poliomyélite	37,50 % à 94,00 %	37,50 % à 80,00 %	99,87 % à 100,00 %	99,60 % à 100,00 %
Coliformes	98,80 % à 99,90 %	83,00 % à 99,90 %	99,39 % à 99,999 %	99,25 % à 99,995 %
E. coli	84,90 %	58,00 %	99,997 % à 100,00 %	99,92 % à 100,00 %
Streptocoques	86,00 % à 99,00 %	80,00 % à 92,00 %	92,70 % à 99,999 %	98,00 % à 99,995 %
Clostridium	95,00 % à 97,00 %	10,00 % à 70,00 %	97,50 % à 99,99 %	99,30 % à 99,995 %
Germes totaux	87,70 % à 98,00 %	79,00 % à 99,00 %	99,70 % à 99,90 %	96,50 % à 99,90 %

2/ Voie acide.

La floculation est amorcée par l'acide sulfurique à pH 3,5, puis par des lignosulfonates provenant de liqueurs noires de papeterie. Elle peut être suivie d'une coagulation thermique par injection de vapeur.

Cette voie permet la récupération des constituants nobles des

boues. Ces constituants (protéines et graisses), peuvent ensuite être transformés en farines utilisables en alimentation animale.

La qualité bactériologique de l'eau semble aussi satisfaisante que celle obtenue par voie alcaline.

b. Avantages et inconvénients des procédés physico-chimiques.

. Avantages des procédés physico-chimiques :

- leur emploi est très souple et s'adapte facilement à des variations de débit et de charge ;
- les investissements en matériel sont réduits ;
- la qualité de l'eau épurée est, en général, supérieure à ce que peuvent fournir les procédés biologiques, notamment en ce qui concerne l'élimination des germes.

. Inconvénients des procédés physico-chimiques :

- les frais de fonctionnement sont élevés du fait de la consommation de réactifs ;
- la production de boues est très importante. De plus, ces boues, non stabilisées, doivent être traitées.

c. Avenir des procédés physico-chimiques.

Les procédés physico-chimiques ont été longtemps considérés comme non compétitifs du fait d'un coût de fonctionnement élevé et d'une abondante production de boues inutilisables. Ils n'ont cessé de s'améliorer et peuvent être envisagés actuellement pour :

- les plus petits établissements. Le coût de fonctionnement est alors compensé par la différence du coût des installations, surtout si les employés travaillent soigneusement ;
- les plus grands établissements. Le coût des installations est alors élevé, mais il est réduit par les subventions accordées. Le coût du fonctionnement est également élevé mais il est compensé par la valorisation des sous-produits.

D. TRAITEMENT ET UTILISATION DES BOUES.

Les boues qui sont récupérées dans les installations d'épuration sont peu concentrées. Elles représentent de 5 à 25 % du volume initial et contiennent de 1 à 5 % de matière sèche.

Les systèmes à faible charge produisent des boues stabilisées. Ces boues, produites en faible quantité, sont facilement décantables et immédiatement utilisables (3 à 5 % de MS).

Les installations biologiques à forte charge, ou physico-chimiques, produisent en forte quantité des boues peu concentrées (0,5 à 1,5 MS après décantation) décantant mal et très fermentescibles. Ces boues doivent subir des opérations de stabilisation.

1°- Stabilisation des boues.

La réduction de la fermentescibilité des boues peut être obtenue par diverses méthodes : digestion anaérobie, stabilisation aérobie, extraction de constituants, sont le mieux adaptées aux abattoirs.

a. Digestion anaérobie.

Son principe est de faire minéraliser les boues par une flore anaérobie productrice de méthane.

Cette digestion possède un pouvoir de destruction cellulaire extrêmement puissant et permet l'élimination d'une quantité importante de matière organique. Elle se déroule en deux temps :

- liquéfaction avec production d'acides volatils ;
- digestion méthanique des acides volatils et alcools.

Le gaz produit est composé essentiellement de méthane (65 à 70 %) et de gaz carbonique (25 à 30 %). D'autres gaz peuvent être libérés en

petite quantité : oxyde carbonique, oxygène, azote, hydrogène sulfuré.

1/ Paramètres influant sur le déroulement de la digestion anaérobie.

z Le pH.

Le développement de la flore méthanique est lent et très lié au pH qui doit être maintenu entre 6,8 et 7,2. La production d'acides volatils doit donc être contrôlée. Parfois le pH est tamponné par de la chaux.

z La température.

L'optimum se situe de 35 à 37°C. En dessous, la vitesse et le rendement de la réaction diminuent. En dessous de 10°C, la production de gaz cesse.

Vers 35°C, un kilogramme de matière organique fournit 900 litres de gaz. Compte tenu que dans une station la réaction n'est pas entretenue jusqu'à son terme, et qu'une partie du gaz est réutilisée pour le réchauffement des boues, la production d'un kilogramme de matière organique est de 400 à 500 litres de gaz. Ce gaz possède un pouvoir calorifique compris entre 5700 et 6200 Kcal/m^3.

z La concentration des boues.

Elle influe sur la concentration en bactéries méthaniques et l'augmentation de matière sèche se traduit par un meilleur rendement et surtout un meilleur démarrage de la réaction. Industriellement, on considère 1,5 g/l de MS comme un minimum.

z L'intensité du brassage.

Un bon brassage accélère la réaction et facilite son contrôle par l'homogénéisation qu'il produit. Il améliore considérablement le rendement.

- La régularité d'alimentation en boues fraîches.

Elle permet de travailler avec une population constante, ce qui facilite le contrôle.

2/ Caractéristiques des boues obtenues.

- les boues digérées sont noires et inodores. La teneur en MS est de 4 à 9 % ;
- leurs constituants ne sont plus identifiables (sauf les poils et certaines graines) ;
- la stabilité obtenue est exceptionnelle. Le stockage est donc possible pendant très longtemps sans développement d'odeurs ;
- la qualité bactériologique est excellente, bien que la survie de certains virus et du bacille tuberculeux soit discutée. Les longs stockages permettent de l'améliorer encore ;
- le gaz libéré est directement utilisable. Il est cependant à noter que des précautions doivent être prises pour contrôler la quantité de soufre, sinon la corrosion devient rapidement préoccupante.

3/ Matériels et compétitivité.

Des matériels très divers ont été mis au point. Ils sont adaptés aux diverses qualités des boues et à des établissements de taille variable. D'une manière générale, le coût d'installation est assez élevé et le contrôle de fonctionnement assez délicat.

Dans le cas d'abattoirs suffisamment importants pour assurer un débit régulier des rejets et permettre l'emploi d'un personnel d'entretien compétent, le digesteur possède de sérieux atouts :

- coût de fonctionnement réduit ;
- boues d'excellente qualité ;
- possibilités de traiter les matières stercoraires avec les boues ;

- possibilités de récupérer du gaz pour le fonctionnement de l'abattoir ;
- excellente efficacité antimicrobienne.

b. Stabilisation aérobie.

Elle consiste en une aération prolongée des boues, destinée à provoquer le développement d'une flore aérobie, jusqu'à dépassement de la période de croissance et épuisement du substrat. Les germes réalisent alors leur propre auto-oxydation.

L'énergie dégagée par la respiration aérobie est très supérieure à celle que procure la dégradation anaérobie, aussi la multiplication de la flore aérobie est-elle beaucoup plus rapide que celle des bactéries méthaniques. Inversement, le pouvoir de biodégradation des germes aérobies est inférieur et la stabilisation obtenue est moins efficace, ainsi que le taux de matière sèche (1 à 2,5 %).

Les paramètres qui influent sur le fonctionnement des bassins de stabilisation aérobie sont la température et la concentration des boues, mais leur variation provoque des conséquences beaucoup plus bénignes que dans le cas d'une digestion anaérobie. La stabilisation est également moins efficace que la digestion anaérobie en ce qui concerne l'élimination de la flore pathogène (85 % environ) et des œufs de parasites.

Comme le lagunage aéré dont elle est très proche, la stabilisation est coûteuse en énergie : 30 kwh par m^3 de bassin et par heure. Les frais de fonctionnement sont donc assez élevés.

. Compétitivité : la stabilisation aérobie présente, pour l'abattoir, un intérêt certains :

- rusticité vis à vis des conditions climatiques et donc simplicité d'entretien ;

- souplesse d'emploi permettant l'adaptation à des charges variables ;
- coût réduit des installations.

Le procédé de stabilisation aérobie permet d'équiper des stations petites et moyennes, pour lesquelles le coût d'un digesteur serait excessif. Les deux procédés présentent des qualités complémentaires.

c. Séparation des constituants nobles.

Cette opération est actuellement réalisée dans quelques très gros établissements. Elle est effectuée après floculation par l'acide sulfurique et les liqueurs noires de papeterie. La séparation est effectuée après réchauffage, par coagulation avec de la vapeur d'eau surchauffée.

Cette voie de traitement, extrêmement élégante puisqu'elle permet la réutilisation des déchets pour l'alimentation animale, paraît réservée à des cas assez exceptionnels, vu les difficultés de rentabilisation de l'opération.

2°- Stérilisation des boues.

La stérilisation des boues ou des rejets d'abattoir n'est pas une opération pratiquée actuellement, sauf dans le cas de la récupération des constituants nobles. Cependant, il nous a paru intéressant de mentionner des expériences réalisées en ce domaine, car la stérilisation des eaux et des boues pourrait être exigée dans des conditions particulières comme l'utilisation, par décision ministérielle, des viandes d'animaux atteints de fièvre aphteuse.

Les procédés utilisés jusqu'à maintenant présentent un certain nombre d'inconvénients dont : un coût élevé et une efficacité discutable. Ce sont l'addition de chaux et la tyndallisation.

Un nouveau procédé a récemment fait son apparition : l'irradiation par des rayonnements. Le coût des enceintes à rayonnement est élevé, mais leur exploitation, bien maîtrisée, est économique. Les essais ont été effectués sur des boues provenant de stations biologiques aérobies et anaérobies (cf. tableau n°27).
L'irradiation a donné des résultats excellents, mais à condition d'utiliser des doses élevées. En revanche, l'irradiation n'est efficace sur les œufs d'ascaris que s'ils sont embryonnés, mobiles, à coque lisse.

La tyndallisation s'est révélée en général inefficace.

Le chaulage est efficace, sauf dans le cas des mycobactéries, c'est un traitement facile à réaliser.

3° - Utilisation des boues issues d'abattoir.

Les boues issues des traitements de rejets d'abattoirs doivent être, elles-mêmes, éliminées sans devenir source de pollution.

La concentration ou la dessiccation peuvent permettre une manutention plus aisée, mais ce n'est qu'une étape. L'incinération ou le dépôt dans une décharge sont possibles, mais la composition des boues leur donne une valeur potentielle et un débouché peut leur être trouvé en agriculture.

Au même titre que les fumiers, les purins et les gadoues, les boues peuvent être utilisées seules ou après compostage comme amendement du sol.

a. Composition.

Elle varie en fonction de la composition initiale des eaux usées et du mode de traitement. En pourcentage de matière sèche, nous trou-

Tableau n° 27 :

Pourcentage de germes résiduels après stérilisation.
Moyenne sur 15 échantillons.

	Colibacilles	Streptocoques	Clostridies	Mycobactéries
Chaulage à pH 12	0,34	0,63	0,49	100
Tyndallisation	41,7	111 (x1,11)	870 (x 8,7)	83
Ray. 400 krad	2,22	2,26	33,8	94
Ray. 800 krad	0,4	0,31	3	0,4
Ray. 1200 krad	0,0023	0,007	0,2	0
Ray. 1800 krad	0,0006	0,0013	0,002	0

vons approximativement :

- matière organique..... 55,0 à 75,0 %
- N total ..... 3,0 à 7,0 %
- N ammoniacal..... 0,2 à 0,7 %
- P total ($P_2 O_5$) ..... 6,0 à 10,0 %
- K ($K_2 O$)..... 0,3 à 15,0 %
- Ca ..... 6,0 à 15,0 %
- Na ..... 0,3 à 1,0 %
- Cl ....., 0,1 à 0,5 %.

Une partie de l'azote est sous forme organique.

Les taux de métaux toxiques sont très réduits dans le cas des abattoirs.

b. Microorganismes pathogènes.

La présence de microorganismes pathogènes est toujours à redouter. Des expériences menées depuis longtemps (30 ans) aux U.S.A. n'ont jamais mis de cas de contamination en évidence. Le risque est encore limité par les longs stockages.

c. Valeur agronomique des boues.

Des essais effectués pendant une douzaine d'années en R.F.A. montrent que des apports de boues déshydratées et de boues compostées avec des ordures ménagères apportent un taux d'humus supérieur à celui amené par des apports d'engrais minéraux, de fumier et de paille avec un supplément d'azote.

* * *

Les abattoirs français sont très sous-équipés et anormalement polluants. L'installation d'équipements corrects et de dispositifs d'é-

puration adaptés à chaque établissement est actuellement indispensable.

Une installation bien conçue est à considérer comme un investissement car, d'une part, les agences de bassin accordent des subventions et des prêts avantageux qui en diminuent les coûts, d'autre part, la diminution de pollution permet d'abaisser la redevance due à cette agence puisqu'elle est calculée d'après la quantité de DBO rejetée.

Des améliorations importantes pourraient, dans un premier temps, être obtenues grâce à des mesures peu coûteuses. La récupération du sang, qui représente plus de la moitié de la pollution actuelle due aux abattoirs, serait facile à réaliser à condition de le vouloir.

Pour régler ce problème complètement, il est également indispensable de prendre conscience du fait qu'il est nécessaire d'intéresser le personnel à l'exécution correcte de son travail. Quels que soient les investissements ou les matériels, si les conditions de travail poussent le personnel à négliger la récupération du sang et des déchets ainsi que les économies d'eau, les résultats seront toujours mauvais, surtout dans les petits abattoirs.

-:-:-:-:-:-

CONCLUSION

Nous avons pu constater, tout au long de ce travail, que les eaux usées d'abattoir sont polluées par des déchets dus à la stabulation des animaux et aux différentes opérations pratiquées sur les chaînes d'abattage et dans les locaux annexes.

Les déchets sont essentiellement composés de matières organiques d'origine animale et d'organismes vivants : parasites et micro-organismes. Le rejet de ces déchets peut se révéler dangereux pour le milieu récepteur et pour la santé humaine et animale.

La législation fixe les normes d'épuration qui doivent être suivies, cas par cas, en fonction de l'activité de l'établissement et de l'usage auquel est destiné le milieu récepteur, ceci sous l'autorité du Préfet.

Pour effectuer cette épuration, l'industrie met à la disposition des abattoirs de nombreux procédés efficaces, adaptés à des activités et à des situations différentes. Cependant, il est certain que l'industrie des abattoirs est une des activités agro-alimentaires présentant le plus mauvais taux d'épuration et le plus grand retard d'équipement en installations de traitement des rejets.

Les rejets d'abattoirs ne constituent ni la pollution la plus importante sur le plan national, ni la plus dangereuse, encore que les risques présentés pour la santé humaine et animale soient difficiles à estimer, mais une pollution, même peu importante, arrivant dans un milieu déjà perturbé peut amener celui-ci à un point de non-retour et le mettre en eutrophisation.

En fait, ce qui nous a le plus frappé est que c'est toujours l'action de l'homme qui est déterminante : dans le cadre du soin apporté au travail en abattoir, dans celui de l'application des lois ou dans celui de la recherche des solutions techniques d'épuration.

C'est donc l'homme qu'il faut convaincre de l'importance du geste que chacun effectue. Il est primordial de lui faire prendre conscience que c'est l'effort de chacun qui conditionne la possibilité d'avoir, demain, de l'eau potable pour tous.

-:-:-:-:-:-

Vu : Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
rapporteur

Professeur LABIE

Vu : Le Directeur de l'Ecole
Vétérinaire

Professeur R. LAUTIE

Vu : Le Président de la Thèse

Professeur MONNIER

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Toulouse, le 05.11.81
L'Administrateur provisoire de
L'Université Paul Sabatier

Professeur D. BANCEL

BIBLIOGRAPHIE

[1] ALEXANDRE (D.), GEVAUDAN (P.), CHARRET (T.), MALLET (M.N.), BLANCARD (A.) & GEVAUDAN (M.J.) - La désinfection des boues résiduaires T.S.M. L'eau 1975, 70, 12, 547-554.

[2] ALEXANDRE (D.) - Etude de la survie des microorganismes dans les eaux résiduaires au cours de l'épuration par traitement physico-chimique. La technique de l'eau. Communication personnelle C.T. G. R. E. F..

[3] BODIN (G.) - Un agent d'épuration des eaux peu connu : Bdellovibrio bacteriovorus. Rev. Med. Vet. Lyon et Toulouse 1979, 80, 475-495.

[4] BRISOU - Rev. Hyg. Méd. Soc. 1969, 17, 1, 19-38.

[5] CASAYS (L.) & SURUN (J.) - Etude des eaux résiduaires d'abattoir. Techniques et Sciences municipales 1967, 10, 350-366.

[6] CERCLES (A.) - L'eau dans les abattoirs. B.T.I. 1977, 322, 459-474.

[7] CHAUCHET (H.) - Le nouvel abattoir de la ville de Nantes. Thèse Doct. Vét. Toulouse 1976.

[8] COLIN (F.) - Caractérisation et traitement des eaux résiduaires des industries laitières. La technique laitière 1975, 853, 25-30.

[9] COOPER (R.M.), DENMEAD (C.F.) - Traitement chimique d'eaux résidu aires d'abattoirs et récupération des protéines. J.W.P.C.F. 1979, 51, 5, 1 077-1 023.

[10] DELMARE (J.H.) - Implantation d'un abattoir moderne à Nœux les Mines. Thèse Doct. Vét., Toulouse 1979.

[11] DENIS (F.) - Incidence épidémiologique de la contamination virale des eaux. Rev. Epidem. Méd. Soc. Publ. 1973, 21, 273-302.

[12] DORCHIE (Ph.) - Cours de parasitologie et maladies parasitaires. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse 1975-1976.

[13] DRAPEAU (A.J.) & JANKOVIC (S.) - Manuel de microbiologie de l'environnement. O.M.S. Genève 1977, 1 vol., 251 p..

[14] EDELINE - Les difficultés actuelles dans l'établissement des modèles mathématiques de l'autoépuration des cours d'eau. Tribune du Cebedeau 1971, 24, 399-410.

[15] FINANCE (Ch.) - Contribution à l'étude de la bactériolyse spontanée dans les rivières Moselle et Meurthe. Thèse Doct. Pharm., Nancy 1976.

[16] GEMMER (H.) - Découverte de deux cas de charbon bactéridien après abattage. Universitè Johan Wolfgang Gœthe, Francfort sur Main 1977.

[17] GOHE (P.) - Contribution à l'étude du projet de mise en conformité de l'abattoir de Langogne. Thèse Doct. Vét., Lyon 1979.

[18] LABIE (Ch.) - Cours d'hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse 1980.

[19] LALLOZ (J.M.) - Eaux résiduaires et législation des établissements classés. Thèse Doct. Vét., Toulouse 1974.

[20] LAUTIE (R.) - Cours de pathologie générale, micriobiologie, immunologie. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse 1975-1976.

[21] MALFROY (F.) - Modernisation des abattoirs, importance de l'organisation rationnelle de la récupération de tous les sous produits d'abattoir. Vigot Frères Ed., Paris 1960, 1 vol., 164 p.

[22] MANIL (P.) - Microbiologie et épuration des eaux. La technique de l'eau. Communication personnelle G.T.G.R.E.F..

[23] MAURANGE (P.) - L'utilisation des étangs de stabilisation pour l'épuration des eaux. Econ. Méd. Anim. 1974, 15, 1, 37-48.

[24] MAURANGE (P.) - Limites de l'autoépuration et de la biodégradation des eaux. Econ. Méd. Anim. 1971, 12, 4, 243-255.

[25] MAURIN (J.), MAZOIT (L.P.), DODIN (A.) & ESCALLIER (G.) - Application pratique du pouvoir germicide du rayonnement ultra-violet à l'eau de consommation. Bull. Org. Mond. Santé 1974, 51, 35-39.

[26] N..... - L'eau en Seine-Normandie. Projet de livre blanc, Paris, aménagement du territoire. La documentation française 1970, 1 vol., 177 p.

[27] N..... - Mémento statistique. Paris, Agence financière de Bassin Seine-Normandie, A.R.T.R.A. décembre 1979, 1 vol., 131 p.

[28] N..... - Protocoles de taxation et de subvention pour 1980. Paris, Agence de Bassin Seine-Normandie. Communication personnelle.

[29] N..... - Rapport d'analyse d'eaux. Grilles de qualité des eaux pour la vie piscicole, proposées par la France pour la C.E.E.. C.T.G.R.E.F., Ministère de l'Agriculture, Saint-Mandé. Communication personnelle.

[30] N..... - Utilisation en agriculture des boues issues de station d'épuration. C.T.G.R.E.F., Ministère de l'Agriculture, Saint-Mandé. Communication personnelle.

[31] N..... - Contrôles bactériologiques des cours d'eau, évolution probable de la législation sur l'eau. Direction départementale de l'agriculture de Seine-et-Marne, Melun. Communication personnelle.

[32] N..... - Devis d'installation d'un abattoir dans le Finistère, 1977. Etablissements Degrémont, Rueil-Malmaison. Communication personnelle.

[33] N..... - Devis d'installation d'une station d'épuration d'abattoir en Saône-et-Loire, janvier 1978. Etablissements Dégremont, Rueil-Malmaison. Communication personnelle.

[34] N..... - Mémento technique de l'eau, documentation Degrémont. Technique et documentation, Paris 1972, 1 vol., 1097p.

[35] N..... - Les lits bactériens à remplissage plastique, documentation Degrémont. G. M. Faup, Paris 1978, A XIV 2, t. 2, chap. 1 à 6.

[36] N..... - Vie et survie des microorganismes pathogènes au cours des traitements d'eaux résiduaires. Ecole Nationale de la Santé publique. Laboratoire de génie sanitaire. C. T. G. R. E. F.. Communication personnelle.

[37] N..... - Instructions techniques pour la construction des abattoirs. Ministère de l'Agriculture, Paris 1956.

[38] N..... - Caractéristiques des effluents d'abattoir en fonction du type d'animaux abattus, des méthodes de travail et des quantités traitées. Ministère de l'Agriculture, Direction des Industries alimentaires, I. R. C. H. A. Paris 1976, 1 vol.

[39] N..... - Bureau technique du Service de l'hydraulique. Ministère de l'Agriculture, Parsi, Notes d'abattoir 1976.

[40] N..... - Prévention et lutte contre la pollution et les nuisances dans les abattoirs. Ministère de la qualité de la vie. Etude C. O. F. R. A. T., Montrouge Périsud 1975, 1 vol., 128 p.

[41] N..... - Instructions sur l'application des directives communautaires. Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, 26 décembre 1978.

[42] N..... - Politique des objectifs de qualité des cours d'eau, sections de cours d'eau, canaux, lacs ou étangs. Ministère de la Culture et de l'Environnement. Circulaire du 17 mars 1978.

[43] N..... - Prévention et traitement des pollutions et nuisances dans les abattoirs de volailles et de lapins. Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Direction de la prévention des pollutions et des nuisances, Paris 1979, 2 t..

[44] N..... - Directive du Conseil du 18 juillet 1978 concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons. Journal Officiel des Communautées Européennes du 14 août 1978.

[45] N..... - Rejet des eaux résiduaires des établissements classés. Instruction du 6 juin 1953. Journal Officiel du 20 juin 1953.

[46] N..... - Instruction du 10 septembre 1957. Journal Officiel du 21 septembre 1957 et du 8 octobre 1957.

[47] N..... - Loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution. Journal Officiel du 18 décembre 1964, 22 258-11 266.

[48] N..... - Circulaire du 7 juillet 1970 relative à l'assainissement des agglomérations et à la protection sanitaire des milieux récepteurs. Journal Officiel du 7 août 1970, 7 479-7 497.

[49] N..... - Arrêté du 25 août 1972 : Abattoirs agréés pour l'exportation des viandes : normes. Journal Officiel du 9 septembre 1972, 9 665-9 667.

[50] N..... - Décret n° 73-218 du 23 février 1973. Application des articles 2 et 6 (1°) de la loi 64-1245 du 16 décembre 1964. Journal Officiel du 2 mars 1973.

[51] N..... - Régime et répartition des eaux et lutte contre leur pollution. Décret n° 75-177 du 12 mars 1975. Journal Officiel du 23 mars 1975.

[52] N..... - Conditions techniques auxquelles sont subordonnées les autorisations de déversements, écoulements, jets et dépôts - et conditions dans lesquelles certains déversements, écoulements, jets et dépôts de toxicité négligeable sont exemptés d'autorisation et conditions dans lesquelles les avis préalables doivent être recueillis avant la délivrance d'une autorisation de rejet. Arrêtés du 13 mai 1975. Journal Officiel du 18 mars 1975.

[53] N..... - Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. Journal Officiel du 20 juillet 1976, 4 320-4 323.

[54] N..... - Circulaire du 14 janvier 1977 : Autorisation de déversements, écoulements, jets, dépôts et autres faits susceptibles d'altérer la qualité des eaux superficielles, souterraines et de la mer dans les limites territoriales. Journal Officiel du 9 mars 1977.

[55] N..... - Décrets n° 77-1 133 et 77-1 134 du 22 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. Journal Officiel du 8 octobre 1977.

[56] N..... - Arrêté d'application du décret 73-218 du 23 février 1973. Lutte contre la pollution des eaux. Journal Officiel du 19 décembre 1979, 10 345-10 346.

[57] N..... - Circulaire du 22 août 1980 relative aux formalités de constitution, d'immatriculation et d'agrément des sociétés coopératives agricoles et de leurs unions. Journal Officiel du 11 octobre 1980, 8 973-8 977.

[58] N..... - Pollution des eaux. Redevances. Journaux Officiels Paris, 1979, 1 vol., 11 p.

[59] N..... - Délibération de l'Agence financière de Bassin Seine-Normandie, Paris. Journaux Officiels 1980, 1 vol., 9 p.

[60] N..... - Rentabilisation des effluents, méthodes de traitement des eaux usées, mesures de protection sanitaire. Rapports techniques, Genève O. M. S., n° 517.

[61] NISBET (M.) & VERNEAUX (J.) - Composants chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. Analyses de Limnologie, 1970, t. 6, fasc. 2, 161-190.

[62] OLLIVIER (D.) - Les abattoirs publics, leur exploitation. Thèse Doct. Vét., Toulouse 1973.

[63] PAULSON (W. L.), LYVELY (L. D.) & WITHEROW (J. L.) - Analysis of wastewater systems for a meat processing plant. Purdue University, 27 th. industrial Waste conf. Eng. Ext. Series, 1972, 141, 2, 879-893.

[64] PERES (J. M.) & CAILLE (M.) - Rapport : Rejets thermiques. Comité national de l'eau, Paris 1979.

[65] RAMEL (J. M.) - Epuration électrique des eaux résiduaires des industries agroalimentaires. Indust. Alim. Agri. 1974, 47, 9-10, 1243.

[66] RITZENTHALER (M.) - Etude sur les eaux résiduaires des industries laitières. Thèse Doct. Vét., Lyon 1956.

[67] SAURAT (P.) - Cours de maladies contagieuses-zoonoses. Législation sanitaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 1978.

[68] WALTER (R. H.), SHERMAN (R. M.) & DOWNING (D. L.) - Réduction de la demande en oxygène d'un effluent d'abattoir par précipitation avec des métaux. Agr. Food. Chem. 1974, 22, 6, 1097-1099.

[69] WITHEROW (J.) - Small meat packers wastes treatment systems. Eng. Bull. Purdue University 1973, 142, 994-1009.